

# LÍNEAS ACTUALES DE INVESTIGACIÓN EN PALEOARTE



## Editores

Marco Ansón

Marta Pernas Hernández

Rafael Menéndez Muñiz

Pedro A. Saura Ramos



Madrid, 2016





## Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte



Marco Ansón Ramos, Marta Pernas Hernández, Rafael Menéndez Muñiz, Pedro Alberto Saura  
Ramos.

(Editores)

© Todas las imágenes que aparecen en este volumen pertenecen a sus autores, quienes han decidido incluirlas en este trabajo. Los derechos sobre las imágenes son de sus respectivos autores y cualquier intención de uso o exhibición de las mismas debe ser acordada con el autor original de la obra. Se permite la distribución libre de este volumen y los trabajos contenidos siempre que se respeten los derechos de autoría y la no extracción de las imágenes en él contenidas.

© La autora del logo original del I Encuentro de Paleoarte, Isabella Jones  
(isabella.a.jones@gmail.com)

Maquetación: Marta Pernas Hernández

Colabora: Departamento de Dibujo II, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid

Referencia: Ansón, M., Pernas Hernández, M., Menéndez Muniz, R. & Saura Ramos, P. A. (Eds) 2016. *Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte*, 146 pp, Madrid.

Ejemplo de cita: San Juan Palacios, R. 2016. La transformación de un icono: evolución de la representación científica del *Tyrannosaurus rex* a lo largo del tiempo. En: *Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte* (Ansón, M., Pernas Hernández, M., Menéndez Muniz, R. & Saura Ramos, P. A. Eds), 146 pp., Madrid, España.

ISBN: 978-84-617-5478-6

## **Comité Organizador**

Marco Ansón Ramos (Universidad Complutense de Madrid, PMMV)

Ángela Benitez Setién (Universidad Complutense de Madrid)

Isabella Jones (Universidad Complutense de Madrid)

Rafael León (Universidad Complutense de Madrid)

Paula Marcos Gutiérrez (UCM)

Cristina Medina Vílchez (UCM)

Rafael Menéndez Muñiz (Departamento de dibujo II UCM)

María Pérez Pacheco (UCM)

Marta Pernas Hernández (UCM)

Pedro Saura Ramos (Departamento de dibujo II UCM)

## **Colaboradores:**

Acciones Complementarias Facultad de Bellas Artes Universidad Complutense de Madrid

Decanato Facultad de Bellas Artes Universidad Complutense de Madrid

Grupo de Biología Evolutiva Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Educación a Distancia

## **Comité Honorífico:**

Mauricio Antón

Mark Hallett

Ramón López

## **Comité Científico y Evaluador:**

Dr. Juan Abella (Universidad Estatal de la Península de Santa Elena), Ecuador

Marco Ansón (Universidad Complutense de Madrid), España

Raquel Asiaín Román (Universidad Complutense), España

Dra. Xana Álvarez Kahle (Universidad Complutense de Madrid), España

Mauricio Antón (Museo Nacional de Ciencias Naturales), España

Mattia Baiano ( Museo Carmen Funes), Argentina

Josep Francesc Bisbal-Chinesta (IPHES- Institut Català de Paleocologia Humana i Evolució Social), España

Alejandro Blanco (Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont), España

Candela Blanco (Universidad Autónoma de Madrid), España

Elena Cuesta Fidalgo (Universidad Autónoma de Madrid), España

Dra. Soledad Domingo (Universidad Complutense de Madrid), España

Dr. Fernando Escaso (Universidad Nacional de Educación a Distancia) España

Humberto Ferrón (Universidad de Valencia), España

Dr. Omid Fesharaki (Universidad Complutense de Madrid), España

Borja Holgado Palacios (Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro), Brasil

Daniel Hontecillas Tamayo (Museo Nacional de Ciencias Naturales), España

Dr. Josep Fortuny (Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont ), España

Patricia García Castañar (Centro de Formación Cice)

Dr. Francesc Gascó, España

Dr. Manuel Hernández Fernández (PMMV, Universidad Complutense de Madrid), España

Dr. Hugo Martín Abad (Universidad Autónoma de Madrid/ Jurassica Museum), España/Suiza

Dr. Rafael Menéndez Muñiz (Universidad Complutense de Madrid), España

Guillermo Navalón (University of Bristol - Universidad Autónoma de Madrid), Reino Unido

## Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte

Dr. Francisco Ortega (Universidad Nacional de Educación a Distancia), España

Mariano Padilla Cano (Universidad Complutense de Madrid), España

Sergio Pérez (Universidad Complutense de Madrid), España

Dr. Jonathan S. Pelegrin Ramírez (Universidad Antonio José Camacho), Colombia

Marta Pernas Hernández (Universidad Complutense de Madrid), España

Marta Plaza Beltrán (Universidad Complutense de Madrid), España

Javier Ramírez Serrano (Universidad Complutense de Madrid), España

Guillermo Rey (Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel-Dinópolis), España

Dr. Pedro Alberto Saura Ramos (Universidad Complutense de Madrid), España

Dr. Oscar Sanisidro (Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC), España

Mar Simonet Roda (Ludwig-Maximilians-Universität München), Alemania

Daniel Vidal (Universidad Autónoma de Madrid), España

## Índice

PRESENTACIÓN	1
EXPOSICIÓN: Paleoarte, una retrospectiva	2
<b>COMITÉ HONORÍFICO:</b>	
Mauricio Antón.....	6
Ramón López.....	8
Mark Hallett.....	9
<b>CONFERENCIAS:</b>	
<b>El Paleoartista Perplejo</b>	
Mauricio Antón.....	14
<b>Paleoescultura, una trayectoria</b>	
Ramón López.....	18
<b>TRABAJOS PRESENTADOS:</b>	
<b>Importancia de la paleobotánica en las reconstrucciones paleoambientales</b>	
Oscar Sanisidro & Eduardo Barrón.....	20
<b>Paleoart reconstruction of the environment and fauna from La Cinta-Portalitos, late Pleistocene Michoacán, Mexico</b>	
Marco Ansón & Alejandro H. Marín-Levy.....	24
<b>Reconstrucción filogenética y paleoartística de los Paleomerycidae (Mammalia, Cetartiodactyla, Ruminantia): el caso de <i>Xenokeryx amidalae</i> Sánchez, Cantalapiedra, Ríos, Quiralte &amp; Morales, 2015</b>	
Israel M. Sánchez.....	31
<b>Reconstrucción de <i>Deinonychus antirrhopus</i> como adulto terrestre y juvenil con capacidad para el vuelo.</b>	
Pedro José Salas Fontelles.....	37



**Trayendo a la vida a *Morelladon beltrani*: aciertos y fallos en la reconstrucción de un nuevo dinosaurio ornitópodo del Cretácico Inferior de Castellón (España)**

Carlos de Miguel Chaves, Eloy Manzanero, Fernando Escaso & Francisco Ortega..... 45

**The importance of ecomorphological inferences on palaeoartistic reconstructions: *Dunkleosteus terrelli* as a case of study**

Hugo Salais, Humberto G. Ferrón, Carlos Martínez Pérez & Héctor Botella..... 51

**Ilustración científica de *Plithocyon ursinus* mediante la técnica de polvo de grafito**

Cristina Sausor & Daniel Hontecillas..... 56

**Paleorreconstrucción osteológica del cráneo de *Lohuecosuchus megadontos* (Crocodyliformes, Eusuchia. Cretácico Superior).**

Eloy Manzanero, David Martín-Perea, Daniel Vidal, Iván Narváez & Francisco Ortega... 63

**Paleogeomorfología y registro paleoflorístico en la paleorreconstrucción artística de los yacimientos de Somosaguas**

Eloy Manzanero, Daniel Alonso-Torres, David Martín-Perea & Omid Fesharaki..... 70

**A proposed methodology for the use of geological studies and geographic information systems (GIS) in extensive paleolandscape depictions**

David Manuel Martín-Perea & David Uribelarrea..... 78

**Estudio preliminar sobre los Paleoartistas, un análisis a través de internet**

Iris Menéndez & Rafael Menéndez Muñiz..... 84

**Paleoarte, trayectoria y compromisos**

Ángela D. Buscalioni... 91

**El paleoarte como herramienta de difusión de la ciencia y su aplicación al marketing turístico: La ruta de los Dinosaurios de Cuenca**

Sonia Martínez Bueno, Fátima Marcos-Fernández, Francisco P. de Ledesma, Ana Parra, Irene Prieto & Francisco Ortega..... 94

**La transformación de un icono: evolución de la representación científica del *Tyrannosaurus rex* a lo largo del tiempo**

Raúl San Juan Palacios..... 102

**Building DinoScience 3D: paleoart, science and education**

Daniel Vidal Calés, Javier Bollaín, Francisco Ortega & José Luis Sanz ..... 108

**Evolución de la representación de Dromaeosauridae en el paleoarte y la cultura popular**

Raúl San Juan Palacios & Marco Ansón..... 113

**Los pterosaurios y su representación popular**

Cristina Medina Vilchez..... 120

**Evolución estética del *Tyrannosaurus rex* a lo largo de la historia**

Paula Marcos Gutierrez..... 126

**El mamut lanudo: la evolución de su representación artística**

María Pérez Pacheco..... 131

**Paleoarte en el MAN: El apoyo visual en las exposiciones museísticas**

Ángela Benitez Setién..... 137

## Presentación

El Primer Encuentro de Paleoarte, celebrado del 9 al 11 de marzo, es un Congreso único, resultando el primero de sus características en ser celebrado. Paleoarte es aquella manifestación artística original que pretende representar o reconstruir la vida del pasado de acuerdo a las evidencias científicas y conocimiento contemporáneo en el momento de generar la obra. Nos sentimos muy satisfechos de haber contado con tanta diversidad de trabajos de investigación, que han utilizado y visto en el Paleoarte una herramienta indispensable para poder “devolver a la vida” no sólo a criaturas pretéritas, sino también, realizar reconstrucciones paleoambientales. Para este Encuentro hemos tenido la inmensa fortuna de contar con tres de los autores más relevantes a nivel mundial, que han conformado el “Comité Honorífico”, Mark Hallett (quien fue la primera persona en acuñar el término de “paleoarte”), Mauricio Antón y Ramón López.

Así contamos también con la muestra del joven paleoartista y paleontólogo Marco Ansón; los cuales han participado en la Exposición “Paleoarte: una retrospectiva” con sus obras más significativas. Además, sendas conferencias magistrales han podido acercarnos un poco más al quehacer diario de dos paleoartistas, tanto Mauricio Antón con “El paleoartista perplejo”, como Ramón López con su intervención “Paleoescultura: una trayectoria”,

Tenemos que agradecer el gran éxito de asistencia de la convocatoria, así como la calidad de los trabajos presentados en esta Primera Edición (que, esperamos, sirva de precedente para celebrar futuros Congresos), abarcando una variedad de temas tan amplia, tanto de contenido y cronología como de aplicaciones del paleoarte (escultura, reconstrucciones 3D, uso de SIG y uso de diversas técnicas artísticas, entre otros muchos otros) así como estudios sobre la implicación y el conocimiento del Paleoarte en la sociedad o de diversos caracteres de una especie, y el uso también en los museos, y las estrategias de divulgación que podemos ver de cara al público no especializado.

Por ello, queremos presentar este Volumen, “Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte”, el cual recoge todas las aportaciones y conferencias del Congreso y esperamos que sea de gran interés para poder acercarnos a una disciplina, muy joven todavía, pero que sin duda ha demostrado todo su potencial científico.

Feliz lectura.

## El Comité Editorial

### Exposición: Paleoarte, una retrospectiva

Al ser este un evento pionero ubicado en una sede artística, no podía desaprovecharse la oportunidad de transmitir al público la historia del paleoarte en una forma de diálogo visual. La exposición *Paleoarte: una retrospectiva*, recorre la historia del paleoarte desde sus oscuros inicios hasta la actualidad.

Cerca de 1830, Cuvier, padre de la paleontología y de la anatomía comparada, se encontró en la necesidad humana de visualizar como organismo viviente aquellos fósiles que se descubrían y llegaban a él. Diestramente comenzó a dibujar la reconstrucción del esqueleto de un *Anoplotherium* y le contorneó los volúmenes de tejido blando y principales músculos. Sin embargo, esa obra de Cuvier nunca vio la luz y fue su ayudante Laurillard quien representó a los mamíferos prehistóricos a la hora de realizar la publicación.

A partir de ese momento, con cada nueva publicación y descubrimiento de esta nueva ciencia que era la paleontología, se sucedieron las interpretaciones artísticas subordinadas al pensamiento de la época. Los artistas realizaban sus propias representaciones de un pasado desconocido iluminado por la ciencia y oscurecido por la religión poblado por criaturas monstruosas que en muchos casos poco tenían de naturales. Las primeras representaciones de dinosaurios y fauna mesozoica como las exhibidas de John Martin, Édouard Riou y Samuel G. Goodrich presentan criaturas reptilesas imaginadas a partir de los fragmentarios restos de los que se disponía en aquel momento. Lo mismo ocurre con mamíferos como *Deinotherium*, que según el artista y científico asesor, fue representado como un topo gigante o como un animal de apariencia elefantina.

El cambio radical en la historia del paleoarte vino con la aparición de Charles Knight, quien inició la figura del paleoartista. Charles Knight, artista y naturalista, empleó sus conocimientos en fauna y anatomía junto a su creatividad para por primera vez reconstruir a las criaturas prehistóricas como lo que eran, animales. Charles Knight no solo fue el padre de una metodología de reconstrucción paso a paso a partir de la anatomía de los animales fósiles; también fue el artista que generó los iconos artísticos de las criaturas extinguidas que marcaron la imagen popular de la fauna prehistórica durante décadas. Sus animales se encuentran dotados de vida, son creíbles en el ambiente en el que se los representa y muestran unas posturas dinámicas nunca vistas anteriormente, como se aprecia en sus imperecederos "*Laelaps*".

## Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte

Tras la aparición en escena de Charles Knight, el paleoarte ha ido avanzando de acuerdo a los hallazgos paleontológicos y a la estética visual de su tiempo. Los paradigmas e hipótesis científicas van apareciendo y desapareciendo para ser reemplazadas por nuevos conocimientos y esto se ve reflejado en el paleoarte, cuya estética va cambiando acorde a la contemporaneidad del conocimiento de la época.

La visión torpe, lenta y caduca de los dinosaurios como criaturas condenadas a la extinción cambió en la década de los 70s gracias a un movimiento científico y popular conocido como la Dinosaur Renaissance. Entre los artistas que contribuyeron a este cambio de los dinosaurios se encuentra el invitado especial en la exposición Mark Hallett, quien aportó una anatomía más definida y unas escenas más activas y vivas acordes a la estética de finales de siglo XX.

Domina el mayor espacio de la exposición el artista invitado Mauricio Antón, en una sala que repasa su obra desde sus óleos y lápices hasta sus últimos trabajos digitales, todos ellos objeto de una amplia proyección internacional. Mauricio Antón ha sido el primero en reconstruir multitud de especies fósiles, poniendo cara a antepasados nuestros recién descubiertos como *Homo antecessor* o *Homo georgicus*. Sus amplios conocimientos en arte y naturaleza han creado las escenas más fieles de los paisajes y faunas del pasado.

Concluye la exposición una pequeña muestra del joven artista y paleontólogo Marco Ansón, quien apuesta por el futuro del paleoarte en sus reconstrucciones.



### **Exhibition: Paleoart: a retrospective view**

The “I Meeting in Paleoart” is a pioneer event, located at the Faculty of Fine Arts at the Universidad Complutense de Madrid (Spain). Due to this unique circumstance, it was possible to take the chance of transmitting the history of Paleoart to the audience, in a careful, visual dialogue.

The exhibition “Paleoart: a retrospective view” crosses the history of Paleoart from their unknown beginnings till its current position in Science.

Around 1830, Cuvier, father of Paleontology and Comparative Anatomy, was aware of the human need of visualizing the discovered fossils as a living organisms. Thanks to this, he started to illustrate the representation of a Anoplotherium skeleton, making the outline of soft tissue volumes as well as their main muscles. However, this work was never presented and it was Laurillard, his personal assistant who represented the prehistoric mammals at the time of the publication.

From that moment on, artistic representations started to appear still linked to the time’s main thought, meanwhile new publications and discovers were effective in Paleontology. Artists made their own representations from an unknown past enlightened by Science, but darkened by Religion, inhabited by monsters and not natural creatures. First representations from dinosaurs and Mesozoic fauna, as the ones exhibited by John Martin, Édouard Riou and Samuel G. Groogrich present a reptile-like creatures, imagined from the pieces of fossil remains available in that time. The same can be shown with mammals such as *Deinotherium*, that according to the artista and scientific assistant, was represented as a giant mole or similar to an elephant.

The appearance of Charles Knight changed radically the scene on the History of Paleoart. It was Knight who started to reivindicate the figure of a paleoartist. He was an artista and naturalist, who used their knowledge in fauna and anatomy together with his creativity to, for the very first time, reconstruct prehistoric creatures as animals. He was not only the father of a reconstruction methodology from the animal anatomy, but also he was the artista who generated the artistic icons of extincted creatures which were traspolated to the popular image of prehistoric faunas for decades. His animals are shown full of life, are accurate with the environment they are represented in and show a dynamic position which were never shown before, as it is seen in his representations of “*Laelaps*”.

## Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte

After Knight's emergence, Paleoart has keep on progress according to paleontological findings and to visual aesthetics of the time. Paradigms and scientifica hypotheses appear and disappear in order to be replaced by new theories and facts, which is also reflecte on Paleoart, whose sense moves at the same time as the epoch's knowledge.

The old, clumsy vision from dinosaurs as creatures condemned to extinction changed during the decade of 1970 thanks to a scientific and popular movement known as the *Dinosaur Renaissance*. Among the artists who contributed to this change on dinousaur we can find Mark Hallett, our artist of honor in the exhibition. He supported a more accurated, defined anatmoy as well as more active and alive scenes typical from the 1990-2000 aesthetics .

A large part of the exhibition is devoted to our invited artist Mauricio Antón, with a sequence following his art from oil paint and pencil and digital art work, all of it with a very relevant international projection. He has been the first one to reconstruct several fossil species, breathing our ancestor into live, as Homo antecesor or Homo georgicus. His wide knowledge in Art and Nature have created the more faithful and accurate landscape scenes and past faunas.

To complete the exhibition, it is shown a little example of the young artists and paleontologist Marco Ansón, who places a bet on the future of Paleoart and its reconstructions.

## Comité Honorífico

### Mauricio Antón

Mauricio Antón (Bilbao,1961) es un artista e investigador especializado en la reconstrucción artística y científica de los vertebrados fósiles y los hábitats que estos habitaban. Trabaja en colaboración con el Departamento de Paleobiología del Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN).

Mauricio es autor y coautor de una buena cantidad de libros en los que se puede apreciar su obra página a página. Entre ellos están *The Big Cats and Their Fossil Relatives* (1997), *Memoria de la Tierra* (1997), *Mammoths, Sabertooths and Hominids* (2002), *Evolving Eden* (2004), *El Secreto de los Fósiles* (2007), *Madrid antes del Hombre* (2009), *La Gran Migración: La evolución humana más allá de África* (2011), *Sabertooth* (2013). Además ha colaborado escribiendo capítulos e ilustrando diferentes libros que han sido grandes ventas o son principales referencias en sus respectivos campos como: *Carnívoros, Evolución Ecológica y Conservación* (1996), donde incluye un texto sobre la reconstrucción de carnívoros fósiles; *La especie elegida* (1998); *The Variety of Life* (1999); *Atapuerca, Nuestros Antecesoros* (1999); *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid* (2000), *Lothagam* (2002); *El Chico de la Gran Dolina* (2002); *National Geographic Book of Prehistoric Mammals* (2004), libro traducido a más de una docena de idiomas y publicado en diferentes países a lo largo del globo; *Skin: A natural history* (2006) y *Dogs* (2010).

En su haber, Mauricio ha firmado más de sesenta artículos científicos, siendo en muchos de ellos el autor principal.

En 2006 Mauricio Antón se convirtió en el primer paleoartista español en ganar un premio Lanzendorf de Paleoarte por su reconstrucción secuencial del cánido *Aelurodon macgrewi* realizada a lápiz.

Sus obras se han expuesto o forman parte de la exhibición permanente de diferentes de todo el mundo como el Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid), Museo de Paleontología Miquel Crusafont (Sabadell), Museo Paleontológico de Valencia, Museo Arqueológico Nacional (Madrid), Museo de Ciencias Naturales de Álava, Territorio Dinópolis, Museo de Cuenca, Museo Emiliano Aguirre (Ibeas de Juarros, Burgos), Museo Nacional y Centro de Investigación Altamira (Santander), Cosmocaixa (Madrid y Barcelona), Museo de San Isidro (Madrid), Museo de la

## Líneas Actuales de Investigación en Paleoarte

Evolución Humana (Burgos), American Museum of Natural History (New York), University of Windhoek Geological Museum (Namibia), Florida Museum of Natural History, Musée National de Préhistoire y la exposición The Cradle Of Humankind, sobre la evolución humana en los yacimientos de Olduvai, que va a recorrer diferentes localizaciones del mundo hasta establecerse en Tanzania.

Podemos decir sin reparo que la mayoría de iconografía contemporánea de los mamíferos prehistóricos tiene su origen en la obra de Mauricio Antón.

## **Ramón López**

Ramón López (Barcelona, 1963) es biólogo de formación. Amante de la biodiversidad animal, se especializa como escultor de historia natural, realizando estudios en moldes, vaciados y materiales.

Su trabajo se encuentra exhibido en importantes museos, zoológicos e instituciones de historia natural.

En 2008 realiza junto a Barceló las estalactitas de la Cúpula de la Sala de los Derechos Humanos de la ONU, en Ginebra. Si bien, la fascinación de Ramón López por la naturaleza hace que la mayoría de su obra tiene una fuerte inspiración naturalista, ya sea esta fauna actual o extinguida.

Su obra se ha exhibido o forma parte de la exposición permanentes de importantes museos como Museo de Historia de Nerja, CosmoCaixa, Institut Català de Paleontologia, Museu Conca Dellà, Bioparc Valencia, Museu Balear de Ciències Naturals, Centre d'Interpretació de l'Art Rupestre de Montblanc, Museu de la Valltorta, Naturkundemuseum Karlsruhe (Alemania), Staatliches Museum de Stuttgart Naturkunde (Alemania) y Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix en Provence (Francia) entre otros.

En 2016, realiza la exposición *Eiszeit Safari*, donde exhibe en instalación una serie de grandes mamíferos de la era glacial europea, siendo portada de National Geographic la presente escultura de un león de las cavernas.



**Mark Hallett**

A lo largo de sus cuarenta años de trayectoria profesional como autor y paleoartista, el austral-americano Mark Hallett ha combinado cuidadosamente sus estudios de investigación de la Anatomía de fauna prehistórica con la de la vida salvaje actual, con el objetivo de crear ilustraciones más precisas de criaturas prehistóricas y sus ecosistemas, desde las representaciones de dinosaurios a antiguos mamíferos u homínidos. Estos han aparecido regularmente caracterizados en muchas películas, libros, revistas, exposiciones en museos y galerías de arte, entre otros. Mark Hallett se encuentra actualmente trabajando en la ilustración y edición de un libro junto a Matthew J. Wedel dedicado a los dinosaurios saurópodos, para la editorial de la Universidad Johns Hopkins.

Mark Hallett fue el creador del término paleoartista y paleoarte, el cual se ha instaurado entre el público popular y académico.

## Honorific Committee

### Mauricio Antón

Mauricio Antón (Spain, 1961) is a skilled artist and researcher, devoted to artistic and scientific reconstruction of fossil vertebrates as well as to its paleoenvironments. He works in cooperation with the Department of Paleobiology of the Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) in Spain.

Mauricio is author of several books, in which its artwork is shown. Among them we can mention *The Big Cats and Their Fossil Relatives* (1997), *Memoria de la Tierra* (1997), *Mammoths, Sabertooths and Hominids* (2002), *Evolving Eden* (2004), *El Secreto de los Fósiles* (2007), *Madrid antes del Hombre* (2009), *La Gran Migración: La evolución humana más allá de África* (2011), and *Sabertooth* (2013). He has taken part of the edition of different books by writing chapters as well as illustrating them. Some of them have reached the status of a bestseller book, or are main references in their prospective research topics, *Carnívoros, Evolución Ecología y Conservación* (1996), which he adds new advices in the task of reconstructing fossil carnivores; *La especie elegida* (1998); *The Variety of Life* (1999); *Atapuerca, Nuestros Antecesoros* (1999); *Patrimonio Paleontológico de la Comunidad de Madrid* (2000), *Lothagam* (2002); *El Chico de la Gran Dolina* (2002); *National Geographic Book of Prehistoric Mammals* (2004), a successful book translated to more than ten languages and published in many countries; o; *Skin: A natural history* (2006) and *Dogs* (2010). An important part of his career has been devoted to the reconstruction of the hominins from the to the Atapuerca archaeological and paleontological site and, more recently, at Olduvai Gorge.

His scientific background includes more than sixty papers, being the main author of many of them. In 2006 Mauricio Antón became into the first spanish paleoartist who received the John J. Lanzendorf PaleoArt Prize, which aims the creation of paleontological scientific illustrations, thanks to his sequential reconstruction of the canid *Aelurodon macgrevi*, following the pencil technique.

His work has been part of different exhibitions, not only temporal, but also permanent in different worldwide museums, as an example we could highlight the Museo Nacional de Ciencias Naturales (Madrid), Museo de Paleontología Miquel Crusafont (Sabadell), Museo Paleontológico de Valencia, Museo Arqueológico Nacional (Madrid), Museo de Ciencias Naturales de Álava, Territorio Dinópolis, Museo de Cuenca, Museo Emiliano Aguirre (Ibeas de Juarros, Burgos), Museo Nacional y Centro de Investigación Altamira (Santander), Cosmocaixa (Madrid y Barcelona), Museo de San Isidro (Madrid), Museo de la Evolución Humana (Burgos), American Museum of Natural History (New York), University of Windhoek Geological Museum (Namibia), Florida Museum of Natural History, Musée National de Préhistoire, as well as the exposition *The Cradle of Humankind* based on the latest research on Human Evolution recorded from the Olduvai Gorge's sites, which will be an international, short-period located exhibition in different world location, being finally established in Tanzania.

It can be considered that the mostly part of the current iconography from prehistoric mammals has their origin on his works.

**Ramón López**

Ramón López (Barcelona, 1963) is a biologist. He pursued a career as a Natural History sculptor, working on molds, casting and materials.

His work is mainly exhibited on important museums, zoological parks, as well as Natural History Institutions.

He carries out with Barceló the stalactites from the Dome at the Human Rights Hall of the ONU at Ginebra. Due to his large interest on nature explains the naturalist inspiration from his work, both current and extincted fauna.

His work has been exhibited or is part of important museums as Museo de Historia de Nerja, CosmoCaixa, Institut Català de Paleontologia, Museu Conca Dellà, Bioparc Valencia, Museu Balear de Ciències Naturals, Centre d'Interpretació de l'Art Rupestre de Montblanc, Museu de la Valltorta, Naturkundemuseum Karlsruhe (Germany), Staatliches Museum der Naturkunde in Stuttgart (Germany) y Muséum d'Histoire Naturelle d'Aix en Provence (France), among others.

He developed the exposition Eiszeit Safari in 2016, where a series of large mammals from the european Ice Age are presented, being his representation of cavern lion the cover of *National Geographic*.

## **Mark Hallett**

Throughout his 40-year career as a paleoartist-author, the American-Australian Mark Hallett has combined carefully researched studies of prehistoric animal anatomy with observations of modern wildlife to create accurate depictions of prehistoric creatures and ecosystems, ranging from dinosaurs to ancient mammals and hominins. These have regularly featured in many films, books, magazines, museum exhibits and art galleries. Hallett is currently at work writing and illustrating a larger book with his co-author Mathew J. Wedel on sauropod dinosaurs for Johns Hopkins University Press. Mark Hallett fue el creador del termino paleoartista y paleoarte, el cual se ha instaurado entre el público popular y académico.

Mark Hallett was the first to use the terminology of paleoartist and Paleoart, which has spread out both of general use and in the academical world.



## El paleoarartista perplejo

Mauricio Antón<sup>1\*</sup>

Hay dos razones principales para la elección del título de esta intervención. Una de ellas es mi asombro ante el reciente despliegue denuueva información sobre la vida del pasado. Entre los descubrimientos en los yacimientos paleontológicos y las posibilidades de interpretación que nos permiten los desarrollos tecnológicos, este campo del conocimiento se amplía de manera tan vertiginosa que es virtualmente imposible estar al día.

La otra y principal razón es mi perplejidad ante los cambios en nuestra profesión en el cuarto de siglo largo que ha pasado desde que empecé a ejercerla. Ha habido revoluciones técnicas que han enriquecido el repertorio de herramientas de los paleoarartistas. Pero también hemos asistido al desmantelamiento de los departamentos de exposiciones de muchos museos y de los departamentos de arte de muchas editoriales, mientras que la irrupción de internet ha arrasado con los mercados de la divulgación científica. Esto ha abierto nuevos espacios para la contribución individual pero ha desdibujado los criterios de calidad y ha convertido el paleoararte en el hobby de muchos y la profesión de casi nadie. ¿Cómo enfrentarse a esta situación, aparte de con perplejidad? ¿en qué aspectos se puede mejorar?

El paleoararte combina el arte y la ciencia al interpretar los datos de la paleontología en forma de imágenes. Esta disciplina nació con el trabajo pionero de Georges Cuvier a caballo entre los siglos XVIII y XIX y alcanzó su primera madurez con Charles Knight a principios del siglo XX. Desde entonces ha habido varias figuras señeras en nuestra profesión, pero se trata de una historia de individualidades, y las circunstancias que favorecieron el desarrollo de los primeros genios del paleoararte parecen difíciles de repetir (Antón, 2007).

Un buen ejemplo es el trabajo de Rudolph Zallinger, creador de los grandes murales del museo de la universidad de Yale en USA . Zallinger se formó en la facultad de bellas artes de Yale bajo la dirección de Lewis E. York quien le impartió una precisa formación en las técnicas del muralismo renacentista (Scully et al. 1990). En preparación a realizar el mural de “La Edad de los Reptiles”, recibió un curso de choque de paleontología a cargo de los científicos del museo, e inició un largo

---

<sup>1</sup>Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. C. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid, España.

proceso de planificación que culminó con la pintura terminada al cabo de cinco años de trabajo. Este mural, al igual que las ilustraciones del mismo Zallinger para obras impresas, han constituido la inspiración para que varias generaciones de paleoartistas y paleontólogos descubrieran su vocación. A día de hoy varias de las hipótesis paleontológicas que ilustraban esas pinturas han perdido vigencia, pero su calidad artística las hace intemporales y constituye un testimonio de la cultura de su tiempo.

Hasta principios de los años 1970 varios museos americanos encargaron grandes murales a los paleoartistas más destacados de la época: Charles Knight, Jay Matternes y el propio Zallinger. Pero en la actualidad es casi impensable que un museo encargue y supervise un trabajo de tales dimensiones y tan largo recorrido temporal. Varias cosas han cambiado desde entonces: por un lado se ha extendido el abandono de la enseñanza de técnicas tradicionales en el arte académico, y las circunstancias de la facultad de Bellas Artes de Yale en los años 40 se puede considerar irrepetibles. Por otro lado la práctica de la paleontología se ha vuelto más competitiva y especializada, y esto hace más difícil que pueda haber paleontólogos con un perfil generalista y con el tiempo, la dedicación y el empeño de consolidar colaboraciones a largo plazo con paleoartistas, como fue por ejemplo el caso con Henry Fairfield Osborn y Charles Knight (Milner, 2012).

Otro cambio importante ha sido la irrupción de la “era digital”, que ha aportado nuevas herramientas de trabajo para los paleoartistas, pero por otro lado ofrece la tentación de relajar el aprendizaje del dibujo ante la posibilidad de obtener acabados engañosamente realistas con técnicas más próximas al collage. Además, el desarrollo de internet y las redes sociales ha arrasado con la industria de la divulgación científica, lo que ha diluido los criterios de calidad a la hora de publicar imágenes paleoartísticas.

Ante estas circunstancias, el paleoarte sigue siendo principalmente una historia de individualidades. Para mantener los más altos estándares de calidad es necesario que los paleoartistas combinen el conocimiento de las herramientas digitales con la práctica intensa del dibujo tradicional, que les va a permitir un flujo eficiente de información entre el campo conceptual y el visual. Es deseable una mayor apreciación institucional del papel de las imágenes en la transmisión de conceptos en la paleontología, tanto entre especialistas como de cara al público. Con respecto a la divulgación conviene evitar los criterios paternalistas hacia el público general, que rebajan las ilustraciones a meras piezas de decoración para hacer más atractivos los contenidos científicos. Un mayor respeto hacia los destinatarios de la divulgación devolverá al paleoarte la profundidad y la intensidad que

tuvieron las obras clásicas de Knight, Zallinger o Matternes, aumentado con los aportes de las técnicas digitales y los nuevos enfoques de la ciencia paleontológica. De ese modo pasaremos de la confusión y la perplejidad al asombro y el conocimiento.

### **Bibliografía**

Antón, m. 2007. *El Secreto de los Fósiles*. 357 pp. Aguilar, Madrid.

Milner, R. 2012. *Charles R. Knight, the Artist who saw Through Time*. 180 pp. Harry N. Abrams, New York.

Scully, V., Zallinger, R. F., Hickey, L. J. and Ostrom J. H., 1990. *The Great Dinosaur Mural at Yale: The Age of Reptiles*. 49 pp. Harry N. Abrams, New York.

## Reconstrucción de un mamut

Ramón López

He escogido este ejemplo ya que por su complejidad, y la diversidad de técnicas que conlleva, me permitía introducir diferentes casos de paleo escultura y hacer explicaciones paralelas.

Como siempre, partimos de fósiles originales y de una serie de documentación: croquis, tablas de medidas de los huesos, esqueletos montados e información de fauna actual.

Por un lado están los referentes objetivos científicos y, por otro, la imaginación. Definimos la forma, postura, movimiento de la escultura y hacemos diversas propuestas del modelo a escala 1/10 y las discutimos con los comisarios y el cliente.

El mamut irá en un diorama interior junto con otros dos ejemplares, todos formarán una escena: el final de una cría de mamut en el deshielo siberiano de hace 40.000 años. Una vez decidida la forma, y ya con las medidas definitivas, dibujamos la escultura a escala 1/1 en una pared del taller y empezamos la construcción. Al ser grande y de pelo largo optamos por construir el cuerpo en poliestireno y laminarlo con resina de poliéster y fibra de vidrio (PRFV); proceso que llamamos “pieza directa”. En cambio, la cabeza y la trompa las modelaremos en plastilina, haremos un molde de silicona y lo replicaremos también en silicona: éste es el método clásico de escultura pasando por un molde. De esta forma podemos obtener un soporte elástico que a su vez nos permitirá pinchar pelo en él.

En este momento ya tenemos la escultura que está hecha de múltiples piezas. El cuerpo registrable hueco y las patas desmontables con estructura metálica son de resina de poliéster y fibra de vidrio (PRFV). La cabeza, trompa y orejas son de silicona. La mandíbula inferior y las defensas (PRFV) desmontables.

La escultura debe poder desmontarse para el transporte hasta el museo y una vez dentro tendrá dos localizaciones previas antes de su instalación, definitiva en el diorama.

Antes de empezar con la colocación del pelo, pintaremos las partes a la vista, algunas realizadas en masilla epoxi, pero la mayoría en silicona. De esta manera, las zonas de trompa, boca, orejas, zona perianal y mamas se pintan con silicona, una vez realizado, empezamos con el pelo.

En este proyecto hemos combinado pelo artificial y natural. De artificial tenemos cuatro referencias de color con un par de longitudes cada una, mientras que para el cabello natural utilizamos cuatro pieles de buey almizclero canadiense y multitud de colas de caballo. El pelo artificial se coloca

directamente de forma previa al patroneado, pero el pelo real se debe teñir, decolorar y volver a teñir. El primer teñido sirve para eliminar la mancha blanca del dorso del buey almizclero y homogeneizar colores. Después de patronear las pieles se cortan, se decoloran y algunas ya se pueden colocar, mientras que otras deben pasar todavía por un proceso de teñido suplementario.

Empezamos a colocar el pelo, para lo cual primero dibujamos las diferentes áreas de pelo en el modelo y clavamos o pegamos las pieles en el cuerpo. El trabajo en la cabeza es más preciso, hay muchas zonas donde se pinchan los pelos uno a uno, como la base de la trompa, perímetro de los ojos y boca.

Una vez colocada la primera capa de pelo del cuerpo, acabamos con las colas de caballo convenientemente teñidas y cortadas. Así el cuerpo consigue el pelo largo que protege al mamut de la lluvia. Las zonas bajas y extremidades son las que llevan la mayor parte de pelo artificial, más negrozco en la base de las patas y marrón en la barriga.

La cola, de silicona con un muelle dentro para que se doble, también la forramos de piel. Después de la colocación del pelo hay una fase larga de peluquería, cortado, crepado, moldeado y teñido en seco con espuma y laca. Levantamos o alisamos zonas según convenga. Una vez acabado el modelo toca desmontarlo para ser transportado al museo, una base soporta el cuerpo y una caja lleva la cabeza sin las defensas. Las defensas se atornillan a la cabeza. Tanto la cabeza como el cuerpo llevan unas arandelas por donde pueden ser elevados sin destrozar el pelo que es muy delicado. El cuerpo está vacío para poder acceder a los tornillos que fijan la cabeza posteriormente dos furgonetas transportan los tres mamuts del diorama.

## **Importancia de la paleobotánica en las reconstrucciones paleoambientales**

### **The importance of paleobotany in paleoenvironmental reconstructions**

Oscar Sanisidro<sup>1</sup> & Eduardo Barrón<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Paleobiología. Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC. Madrid 28006.

\*oscarsanisidro@gmail.com

<sup>2</sup>Museo Geominero, Instituto Geológico y Minero de España – IGME, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid.

**Palabras clave:** Flora, Arte, Reconstrucción, Registro fósil, Paleoecología

**Keywords:** Flora, Art, Reconstruction, Fossil record, Paleoecology

#### **Resumen**

En este trabajo se pone de relevancia la importancia de la paleobotánica en las reconstrucciones artísticas paleontológicas. Las fuentes de información acerca de la flora del pasado son diversas y complementarias. Sin embargo, estructuras como frutos, hojas, polen o troncos rara vez aparecen asociadas, haciendo necesario recurrir a datos de tipo autopaleoecológico y filogenético como complemento.

#### **Abstract**

The present work underlines the importance of the Palaeobotany in the palaeontological artistic reconstructions. The sources of information regarding the flora from the past are varied and complementary. However, structures like fruits, leaves, pollen or stems are rarely found associated, and it is necessary to complement them with autopaleoecological and phylogenetic data.

Muchas de las reconstrucciones de los seres vivos del pasado que ilustran museos, libros o documentales muestran animales extintos en sus supuestos hábitats. Sin embargo, existe cierta asimetría en la atención dedicada a la reconstrucción de la fauna (particularmente la vertebrada) y a la de la flora con la que coexistía. Como resultado, representaciones paleoambientales con animales que se han representado considerando una correcta estructura anatómica tras el estudio de sus fósiles en ocasiones están combinadas con asociaciones vegetales que, o bien se encuentran fuera de contexto espacio-temporal o son demasiado vagas y/o elucubrativas, careciendo de rigor científico. Dicha falta de atención repercute en último término en la transmisión de conocimientos paleobotánicos y paleoambientales al público general y en la puesta en valor del patrimonio paleontológico.

Durante su desarrollo las plantas dispersan estructuras como los frutos, las semillas, las esporas y el polen para su perpetuación en los ecosistemas. También experimentan pérdidas de partes anatómicas por mudas (caída de hojas), muerte de órganos cuando ya no son necesarios (p.e. final de un período de floración) y desmembramientos por causas más o menos traumáticas (herbivorismo, vientos, fuegos, etc.). Es decir, salvo en raras ocasiones, nunca se encuentra una planta entera fosilizada, hallándose generalmente sus restos disociados. Por esto en muchos casos es difícil llegar a dilucidar cómo eran los ambientes vegetales del pasado, ya que la comparación de los fragmentos hallados con plantas actuales puede llevar a errores en la reconstrucción de los ecosistemas. Por ejemplo, el hallazgo de tallos aislados de ciertos helechos arborescentes en el Cretácico en principio indicaría la existencia de zonas húmedas, debido a que estas plantas en la actualidad están ligadas a esos medios. Sin embargo, la aparición de frondes con adaptaciones xerofíticas en conexión con los tallos mencionados ha resuelto relacionar a éstos con medios secos (Diéguez & Meléndez, 2000).

Otro interesante aspecto a considerar en las reconstrucciones paleobotánicas es que las plantas no evolucionan al mismo ritmo que los animales. Así, se puede hablar de un período Paleofítico, que se inicia con la aparición de las primeras plantas vasculares y termina en el Pérmico Superior; uno Mesofítico determinado por la preminencia de las gimnospermas en los paisajes terrestres, que finaliza en la mitad del Cretácico; y uno Cenofítico que se caracteriza por la predominancia de las plantas con flor (angiospermas) en los ecosistemas (Traverse, 2007). En la actualidad nos encontramos en este último período.

Los ecosistemas paleofíticos y mesofíticos son más difíciles de reconstruir que los cenofíticos debido a que no podemos compararlos con los actuales. Este es el caso de los complejos ecosistemas herbáceos de criptógamas vasculares del Silúrico superior y Devónico; las selvas de licopodios y colas de caballo arborescentes del Carbonífero; y los paisajes con helechos, cycadáceas, coníferas, Gnetales y grupos extintos de gimnospermas del Triásico, Jurásico y Cretácico Inferior. En estos casos de floras antiguas se debe considerar la autopaleoecología inferida para una especie particular (gracias a estudios morfológicos y anatómicos de sus restos); su marco filogenético (su emplazamiento en relación a especies actuales); y su relación con los sedimentos en los que aparece fosilizada. Todo esto puede resultar de gran utilidad para inferir una apariencia general de la planta en cuestión. Un ejemplo de esto es el caso del licopodio arborescente *Omphalophloios* del Carbonífero de Puertollano. Vivía en extensos pantanos inundados con influencia marina en masas casi monoespecíficas. Para reproducirse producían esporangios

terminales que al madurar caían al agua del pantano y se dispersaban gracias a su poder de flotación. Más tarde, al llegar a un sitio favorable, propagaban sus esporas que, a su vez, producían nuevas plantas. Así llegaban a colonizar lugares lejanos (Wagner et al., 2003).



**Figura 1.** Reconstrucción del Mioceno superior de Höwenegg (Baden-Württemberg, Alemania). La vegetación herbácea estaba dominada por cheinopodiáceas, *Rumex* y *Plantago* y no por poáceas, frecuentes en las praderas actuales de climas templados y tropicales (Bechly et al., 2005). Ilustración expuesta en el Hessisches Landesmuseum Darmstadt.

En edades recientes, encontramos vegetales que en la actualidad viven en un medio totalmente distinto del pretérito. Este es el caso de los laureles que hoy en día forman bosques complejos en regiones con alta humedad y relieve. Sin embargo, en la Península Ibérica durante el Oligoceno se desarrolló un clima seco, por lo que estos árboles integraron formaciones ripícolas a lo largo de ríos y lagos (Barrón et al., 2010). Otro ejemplo, es el del género *Glyptostrobus* una conífera cuya área de distribución abarcó en el Terciario latitudes medias y boreales (Stockey et al., 2005) y en la actualidad vive en bosques lluviosos paratropicales (Wolfe, 1979).

Entre los microfósiles, la palinología ha sido usada extensamente para caracterizar la paleoecología de sistemas deposicionales del pasado (Traverse, 2007). Aunque en edades paleo y mesofíticas es complicado asignar los tipos polínicos a sus correspondientes macrorrestos, los primeros proporcionan una visión general de los grupos taxonómicos y su abundancia relativa no solo en el propio yacimiento sino en sus inmediaciones, e incluso a nivel regional. Por ejemplo, los datos



polínicos muestran que los espacios abiertos de gran parte del Mioceno europeo estaban poblados por plantas de metabolismo C3, principalmente de las familias Chenopodiaceae y Asteraceae (Barrón et al., 2010; Figura 1). Los restos de vertebrados también proporcionan información indirecta sobre la vegetación. El análisis de isótopos estables de carbono ( $\delta C^{13}$ ) del esmalte de los dientes (particularmente aquellas especies herbívoras) permite evaluar la proporción de plantas de metabolismo C3/C<sup>4</sup>. Y así poder estimar qué tipo de vegetación pudo desarrollarse en una determinada región.

En resumen, la Paleobotánica es una herramienta imprescindible para llegar a conocer los ambientes del pasado. El uso de las diversas fuentes de información paleobotánica disponibles en el registro fósil permite una aproximación a la paleoflora de un período geológico determinado. Como sucede en el caso de los vertebrados, el grado de confianza en las reconstrucciones paleoambientales dependerá de la cantidad de datos disponibles, sujetos a su vez a nuevas actualizaciones.

### Referencias

- Barrón, E., Rivas-Carballo, M. R., Postigo-Mijarra, J.M., Alcalde-Olivares, C., Vieira, M., Castro, L., Pais, J. & Valle-Hernández, M. 2010. The Cenozoic vegetation of the Iberian Peninsula: A synthesis. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 162, 3, 382-402.
- Bechly, G., Bernor, R. L., Böttcher, R., Fejfar, O., Frey, E., Giersch, S., Haas, R., Heizmann, E. P. J., Kovar-Eder, J., Mittmann, H.-W., Munk, W., Nelson, S., Rasser, M. W., Slamkova, M., Wähnert, V., Ziegler, R. & Ziem, A. 2005. Multidisciplinary paleontological research at late Miocene (MN9) locality of Höwenegg (Baden-Württemberg). *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, Journal of Paleontology*. 75. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft. 5.
- Diéguez, C. & Meléndez, N. 2000. Early Cretaceous ferns from lacustrine limestones at Las Hoyas, Cuenca province, Spain. *Palaeontology*, 43, 6, 1113-1141.
- Stockey, R. A., Kvaček, J., Hill, R.S., Rothwell, G.W. & Kvaček, Z. 2005. The fossil record of Cupressaceae s. lat. In: *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys* (ed. Farjon, A.) Royal Botanic Gardens, Kew. 54-68.
- Traverse, A. 2007. *Palaeopalynology*, 2<sup>nd</sup>. Edition, (Springer) Dordrecht, 813 pp.
- Wagner, R., Delcambre-Brousmiche, C. & Coquel, R. 2003. Una Pompeya Paleobotánica: historia de una marisma carbonífera sepultada por cenizas volcánicas. In: *Patrimonio geológico de Castilla-La Mancha*. (ed. Nuche, L.R.) Enresa, Madrid. 448-477.
- Wolfe, J. A. 1979. Temperature parameters of humid to mesic forests of Eastern Asia and relation to forests of other regions of the Northern Hemisphere and Australasia. *United States Geological Survey, Professional Paper*, 1106, 1-37.

**Reconstrucción paleoartística de ambiente y fauna del yacimiento La Cinta-Portalitos, Pleistoceno tardío de Michoacán, México**

**Paleoartistic reconstruction of the environment and fauna from La Cinta-Portalitos, late Pleistocene Michoacán, Mexico**

Marco Ansón<sup>1,2</sup> & Alejandro H. Marín-Levy<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Dibujo II, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Greco 2, Madrid 28040. \*paleomarco@yahoo.es

<sup>2</sup> PMMV Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Novais 2, Madrid 2804

<sup>3</sup> Laboratorio de Paleontología, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Edif. R 2°. Piso. Ciudad Universitaria, C. P.58030, Morelia, Michoacán, México.

**Palabras Clave:** Paleoarte, Reconstrucción, Paleoambiente, Megafauna, México

**Keywords:** Paleoart, Reconstruction, Paleoenvironment, Megafauna, Mexico

**Resumen:**

La producción de paleoarte se está volviendo más importante cada día que para en orden a promover el conocimiento evolutivo y popularizar la paleontología. En este trabajo, reconstruimos la fauna y ambiente del yacimiento de La Cinta-Portalitos (México) con el propósito de generar una referencia visual del mismo. Las evidencias anatómicas, ecológicas y filogenéticas disponibles nos ayudan a reconstruir las especies *Mammuthus columbi*, *Equus cedralensis* y *Camelops hesternus*. La inclusión de información paleoecológica nos ayuda a establecer el contexto paleoambiental de las especies reconstruidas.

**Abstract:**

The production of paleoart is becoming more and more important nowadays in order to transmit evolutionary knowledge to the general public and playing and popularizing paleontology. In this paper we reconstruct fauna and environments of La Cinta-Portalitos fossil site (Mexico) in order to generate a visual reference. The availability/evidences of anatomical, ecological and phylogenetic traits helped us to reconstruct *Mammuthus columbi*, *Equus Cedralensis* and *Camelops hesternus*. The addition of paleoecological information help us to establish the palaeoenvironmental framework of the restored species.

## 1. Introduction

“La Cinta-Portalitos” is a late Pleistocene (Rancholabrean) fossil site from Michoacán-Guanajuato, México. The age of the locality is estimated at 51.000-8.000 years ago (Marín-Leyva, 2011; Díaz-Sibaja, 2013).

“Cinta-Portalitos” (20°05'09''N, 101°09'31''W) is located on the northern side of Cuitzeo basin, between the states of Michoacán and Guanajuato (Marín-Leyva, 2011) in the center-west of the Trans-Mexican Volcanic Belt.

This site has a remarkably diverse fossil mammal assemblage, this is why La Cinta- Portalitos has been considered among other Mexican localities for the paleoartistic reconstruction.

## Materials and methodology

The species taken into account for reconstruction are *Mammuthus columbi*, *Camelops hesternus* and *Equus cedralensis*, *M. columbi* and *C. hesternus* were chosen because of their well-known anatomy, thanks to the information given by different North American fossil sites. Columbian mammoth fossil remains are the most common and important from the country (Gutiérrez-Bedolla et al., 2015), making it a popular species. *E. cedralensis* has been chosen because it is a horse species present only in Mexico. This species lacks of an approximated reconstruction which can make it a recognizable species for popular public.

For the reconstruction of each single species we have followed the sequential methodology described by Antón & Sánchez (2004), the extant phylogenetic bracket by Witmer (1995) and the sequential steps and the ecological and phylogenetic facts following Ansón & Hernández Fernández (2013).

First, we have reconstructed the anatomy of each species and finally we have put them in their environmental context. To support our zoological reconstruction, some horses (*Equus ferus caballus*) as well as a single Asian elephant specimen (*Elephas maximus*) have been dissected.

## 2. Reconstruction

When starting a reconstruction from mounted skeletons, we have to draw the correct life-like articulation of the species, because the assembly from the exhibition might not correspond with the correct posture of the living creature. Therefore, the first step is to reconstruct the skeleton in a biologically feasible posture.

*Mammuthus columbi*: *Mammuthus columbi* species has been restored taking as reference the bull individual nicknamed 50823 from the University of Nebraska State Museum. After drawing the skeleton in a life-like pose, main muscles were added in order to deduce body shape and volume.

Size and shape of the ears have been restored according to the close phylogenetic relationship of *Mammuthus* and *Elephas* and the well-known soft tissues of other *Mammuthus* species because the discovery of frozen individuals preserved in ice (Molet *et al.*, 2006). Ears have been drawn according to cranial anatomy and much smaller than *Loxodonta* ears. The life appearance restoration presents elephants' typical grey skin coloration and texture. Concerning hair, we have included it in the restored animal because ecological issues and evidence in the literature (Harington, 1997). Madsen (1993) described hairs from *Mammuthus columbi* tail with a length close to *Mammuthus primigenius*. Due to different range we have restored *M. columbi* with reduced covering of hair from woolly mammoth (Fig. 1.a).

*Camelops hesternus*: we have based our work on the *Camelops* skeleton exhibited at La Brea Tar Pits Museum, whose skull corresponds with specimen code LACMHC 728. *C. hesternus* is a big sized camel, well-known from different localities and this taxa has been studied from La Cinto-Portalitos (Plata-Ramírez 2012). To make the miological reconstruction we have consulted Smuts & Bezuidenhout (1987), in addition to our ungulate anatomy knowledge. Although *Camelops* has elongated spinous processes in thoracic vertebrae-like extant *Camelus*, the reconstruction lacks of a prominent hump because it is not certain that *Camelops* had one, and humps are not a conservative shared character of camelids. Due to the phylogenetic position of *Camelops*, its close relation and similar morphology with extant old world camels, the reconstruction has been provided with external characteristics based on present *Camelus* fur, ears and nasal morphology (Fig. 1.b).

*Equus cedralensis*: *E. cedralensis* is a slender, small-sized horse species compared to other species of *Equus* (Alberdi *et al.*, 2014). Due to the lack of available anatomical elements of this species, the present reconstruction is an approximation. Since there are bones from different individuals, we have tried to scale down the elements using any overlapping appendicular bones as reference. We have completed the anatomy of the animal by comparison to other well-known American horses like *Equus conversidens* and *Equus diversidens*. For the coat pattern we have selected Kingdon (1979) hypothesis for ancestral *Equus* (Fig. 1.c).

Regarding to the environment, mammoths have generally been associated with open environments because of their ability to consume a hard grass diet (Maglio, 1973). This is supported by the evidence of preference of habitat of the mammoths from La Cinto-Portalitos, whose habitat has been described as wide open areas dominated by grasses with some forested areas (Gutiérrez-Bedolla *et al.*, 2015). On the other hand the equid *Equus cedralensis* had a variable diet on this area composed of elements of different physical properties, which is confirmed by abrasion patterns which would indicate that in this area there are herbaceous and woody material (Marín-Leyva *et al.*, 2016).

Regarding the plant species represented in the landscape reconstruction, we consulted the study of Israde-Alcántara *et al.* (2010) about pollen and the plant community of the locality which includes a list of plants genera. Due to the estimated age of the fossil site, the landscape vegetation could count on the presence of *Ambrosia* genera, *Salix* gallery forest and *Abies* forests.

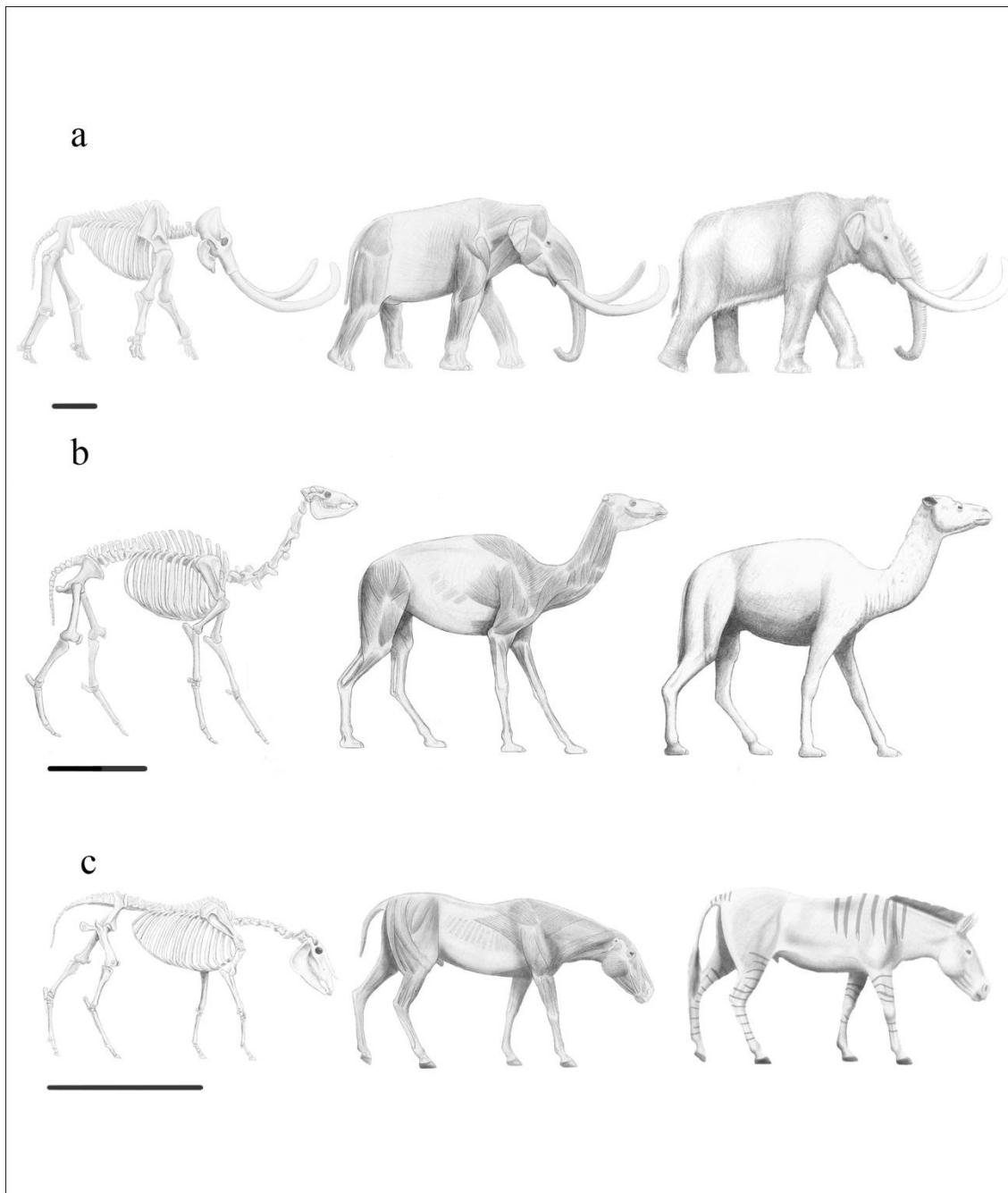


Figure 1. Sequential reconstruction of fossil mammals from Cinta-Portalitos. a) *Mammuthus columbi*. b) *Camelops hesternus*. c) *Equus cedralensis*. Scale 1 meter

Additionally, Caballero et al., 2010, mentioned that vegetation consisted of abundant herbaceous (grasses, composite) and a lesser presence of trees before the last glacial maximum in Cuitzeo. During the last glacial maximum there were low proportions of *Pinus*, *Quercus* and *Alnus*, while values of herbaceous plants (grasses and Chenopodioideae) are abundant.

As the locality landscape shows, the environment was affected by the presence of Lake Cuitzeo and permanent water areas (Gutiérrez-Bedolla et al., 2015). To make the landscape reconstruction the orography surrounding Lake Cuitzeo has been considered.



Figure 2. Reconstruction of La Cinta-Portalitos Pleistocene environment: A grassland next to a wooded lakeshore. Represented faunas from left to right: *Camelops hesternus*, *Mammuthus columbi* and *Equus cedralensis*.

### 3. Conclusion:

We have created a paleoartistic restoration of La Cinta-Portalitos late Pleistocene site which is located on open grassland in the surrounding of a lake. Vegetation is represented by *Salix bonplandiana* near the water and *Abies religiosa* on the mountains. Animal species are rendered on a natural way. The animals come to drink as they do in present days because troughs are a hot-spot

for animal encounters. Mammoths are depicted with a dominant behavior coming to drink while the other taxa are giving way to them (Fig.2).

This artwork could be an accurate, accessible way to expose and make visible paleontological knowledge about La Cinta-Portalitos fauna and environment to all public.

### Acknowledgments

The authors are very grateful to Marta Pernas Hernández for his help with the text and language. We want thank Aisling Farrell from La Brea Tar Pits and Museum for his help with *Camelops* elements.

### References:

- Alberdi, M.T., Arroyo-Cabrales, J., Marín-Leyva, A.H., Polaco, O.J., 2014. Study of Cedral Horses and their place in the Mexican Quaternary. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 31 (2), 221–237.
- Ansón, M. & Hernández Fernández, M. 2013. Artistic reconstruction of the appearance of *Prosantorhinus* Heissig, 1974, the teleoceratine rhinoceros from the middle Miocene of Somosaguas. *Spanish Journal of Palaeontology*, 28: 43-54
- Antón M, Sánchez IM (2004) Art and science: the methodology and relevance of the reconstruction of fossil vertebrates .In: Baquedano E, Rubio S (Eds.) *Miscelanea en homenaje a Emiliano Aguirre, Paleontología*. Museo Arqueológico Regional, 74-94 pp.
- Díaz-Sibaja, R., 2013, Los rumiantes (Ruminantia: Bovidae y Cervidae) del Pleistoceno (Rancholabreano) de dos sitios del centro-occidente de México: Morelia, Michoacán, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, tesis maestría, 185 pp.
- Caballero, M., Lozano-García, S., Vázquez-Selem, L. & Ortega, B. 2010. Evidencias de cambio climático y ambiental en registros glaciales y en cuencas lacustres del centro de México durante el último máximo glacial. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62, 3, 359-377.
- Gillette, D. D., & Madsen, D. B. 1993. The Columbian mammoth, *Mammuthus columbi*, from the Wasatch Mountains of central Utah. *Journal of Paleontology*, 67, 4, 669-680.
- Gutiérrez-Bedolla, Mayte., García-Zepeda, M. L., López-García, R., Arroyo-Cabrales, J., Marín-Leyva, A. H., Meléndez-Herrera, E. & Lilia Fuentes-Farías, A. 2015. Diet and habitat of

*Mammuthuscolumbi* (Falconer, 1857) from two Late Pleistocene localities in central western Mexico. *Quaternary International*. doi:10.1016/j.quaint.2015.08.022

Harington, R. 1996. Quaternary animals: vertebrates of the ice age. in *Life in stone: A Natural History of British Columbia's Fossils* (R. Ludvigsen, ed.). University of British Columbia Press, Vancouver, British Columbia, Canada. 259-273

Israde-Alcántara, I., Velázquez-Durán, R., Socorro, M., García, L., Vázquez, G.D., Hugo, V., Monroy, G., 2010. Evolución Paleolimnológica del Lago Cuitzeo, Michoacán durante el Pleistoceno-Holoceno. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 62 ,3, 345-357.

Kingdon, J. 1979. *East African mammals. An atlas of evolution in Africa, Vol. 3. Part B (large mammals)*, Academic Press, London. 436pp.

Maglio, V.J. 1973. Origin and evolution of the Elephantidae. *Transactions of the American Philosophical Society of Philadelphia*, New Series 63 (3), 1-149.

Mol, D., Shoshani, J., Tikhonov, A., Van Geel, B., Sano, S. I., Lazarev, P. & Agenbroad, L. D. (2006). The yukagir mammoth: brief history, 14c dates, individual age, gender, size, physical and environmental conditions and storage. *Scientific Annals, School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, Special*, 98, 299-314.

Plata-Ramírez, R. 2012. *Camellos Fósiles de La Cinta – Portalitos y La Piedad Santa Ana, Michoacán y Guanajuato, México*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Morelia, Michoacán, México. 79 pp.

Marín-Leyva, A.H., DeMiguel, D., García-Zepeda M.L., Ponce-Saavedra, J., Arroyo-Cabrales, J., Schaaf, P., & Alberdi, M.T., 2016. Diet adaptability of Late Pleistocene Equus from West Central Mexico. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441, 748-757.

Marín-Leyva, A. H. 2011. Caballos del Pleistoceno y sus paleoambientes en dos cuencas de Michoacán, México. Facultad de Biología, PIMCB, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Tesis de Maestría. 167pp.

Smuts, M. M. S., & Bezuidenhout, A. J. (1987). *Anatomy of the dromedary*. Oxford University Press.



Witmer, L.M. 1995. The extant phylogenetic bracket and the importance of reconstructing soft tissues in fossils. Functional Morphology. In: *Vertebrate Paleontology* (ed. Thomason, J.). Cambridge University Press, Cambridge, 19-33.

**Reconstrucción filogenética y paleoartística de los Palaeomerycidae (Mammalia, Cetartiodactyla, Ruminantia): el caso de *Xenokeryx amidalae* Sánchez, Cantalapiedra, Ríos, Quiralte & Morales, 2015.**

**Phylogenetic and paleo-artistic reconstruction of the Palaeomerycidae (Mammalia, Cetartiodactyla, Ruminantia): the case of *Xenokeryx amidalae* Sánchez, Cantalapiedra, Ríos, Quiralte & Morales, 2015.**

Israel M. Sánchez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Paleobiología, Museo Nacional de Ciencias Naturales-CSIC, C/ José Gutiérrez Abascal, 2, 28006-Madrid (Spain). \*micromeryx@gmail.com

**Palabras clave:** apéndices craneales, Giraffomorpha, Palaeomerycidae, Ruminantia, *Xenokeryx*.

**Keywords:** cranial appendages, Giraffomorpha, Palaeomerycidae, Ruminantia, *Xenokeryx*.

## **Resumen**

Los Palaeomerycidae eran un grupo de extraños rumiantes miocenos euroasiáticos con tres apéndices craneales cuyos restos fósiles se conocen desde España a China. La reciente descripción del nuevo género y especie *Xenokeryx amidalae* incluía la revisión sistemática del grupo, incorporando tanto la primera filogenia cladística de sus especies mejor conocidas como la reevaluación de la posición filogenética de los paleomerícidos dentro de Ruminantia. Nuestros resultados mostraron que los paleomerícidos no eran cervoides emparentados con los Dromomerycidae norteamericanos, sino que están estrechamente emparentados con el pécora mioceno africano *Propalaeoryx* y con los Giraffoidea (*Prolybitherium* + Climacoceratidae + Giraffidae) dentro de un clado muy inclusivo y antiguo que fue bautizado como Giraffomorpha. En aquel trabajo se incluyó una reconstrucción en vida de la cabeza de un macho adulto de *Xenokeryx amidalae*. La evidencia filogenética y anatómica disponible se usa pues para reconstruir la apariencia externa de *Xenokeryx* con detalles para conferirle un aspecto ‘jirafideo’, y se compara esta reconstrucción con otras en un repaso histórico a la paleoilustración del grupo.

## **Abstract**

The Palaeomerycidae comprised strange-looking Eurasian three-horned Eurasian Miocene ruminants known through fossils from Spain to China. The recent description of the new genus and species *Xenokeryx amidalae* included the systematic revision of the group, offering both the first cladistic phylogeny of the best-known palaeomerycid species and the phylogenetic reassessment of

the Palaeomerycidae among ruminants, which was currently disputed. We found that palaeomerycids are not cervoids closely related to the North American Dromomerycidae, but instead they are nested with the African Miocene pecoran *Propalaeoryx* and the Giraffoidea (*Prolybitherium* + Climacoceratidae + Giraffidae) into a very large and ancient clade named as the Giraffomorpha. In the aforementioned work we included a reconstruction of the head of an adult male of *Xenokeryx amidalae*. The available anatomical and phylogenetic evidence is used for reconstructing the external appearance of *Xenokeryx* with giraffoid details, and this reconstruction is compared with others within a brief historical paleo-illustrational review of the group.

## 1. Introduction

Ruminants are possibly the most successful group of herbivore mammals and also the most diverse of extant terrestrial cetartiodactyls (the clade of mammals containing ruminants, hippos, cetaceans, camels, peccaries and pigs). They appeared in the late Eocene producing several basal lineages that became successive sister groups to the clade Pecora (the more derived ruminants). Out of the six extant ruminant families, five are pecorans (musk-deer, pronghorns, cervids, bovids and giraffes) whereas tragulids (chevrotains and mouse-deer) are relics of the ancient non-pecoran groups. Pecorans flourished during the Miocene (between 24 and 5 Ma), experiencing radiations that gave rise to the modern lineages, and spreading throughout Eurasia, Africa and North America. One of the most amazing evolutionary novelties of pecorans was the development of cranial appendages in several extinct and extant families. These cranial structures are of two basic types attending to their origin: apophyseal (i.e. out-growths of the skull) and epiphyseal (i.e. developed apart from the skull and later fused to it; see Bubenik, 1990; Davis *et al.*, 2011).

The Palaeomerycidae comprised a group of strange-looking pecorans that inhabited Eurasia from the latest Early to the Late Miocene (Gentry *et al.*, 1999; Sánchez *et al.*, 2015). Palaeomerycids displayed a pair of unbranched non-deciduous epiphyseal frontal appendages (ossicones) very similar to those of giraffids, and also had a forked supra-occipital appendage of apophyseal origin (see among others Duranthon *et al.*, 1995; Gentry *et al.*, 1999; Qiu & Qiu, 2013; Sánchez *et al.*, 2015).

Palaeomerycid anatomy and systematics were not especially well-known. Key parts of the skull and the postcranial skeleton were largely undescribed, and their position among pecoran ruminants was subject of much debate. The most accepted view was that palaeomerycids were part of the same lineage that included the North American dromomerycids, their contemporary three-horned counterparts (see e.g. Astibia & Morales, 1987; Janis & Scott, 1987; Janis & Manning, 1998;

Solounias, 2007; Prothero & Liter, 2008). However, this hypothesis was contested (Duranthon *et al.*, 1995; Astibia, 2012) arguing that the frontal appendages of dromomerycids and palaeomerycids were not of the same type. In our revision of the Palaeomerycidae (Sánchez *et al.*, 2015) we pointed out a strong relationship of palaeomerycids with the giraffe lineage, rejecting the more currently accepted cervoid-dromomerycid-hypothesis. We also found that dromomerycids were indeed closely related to cervids. Thus, palaeomerycids were not members of the Cervoidea, but part of the ancient lineage of which modern giraffes (*Giraffa* and *Okapia*) are the only survivors, the Giraffomorpha.

In Sánchez *et al.* (2015) we included the life reconstruction of the head of an adult male of *Xenokeryx amidalae*, the new form that we described from the middle Miocene of La Retama (local zone Db; MN5; Cuenca Province, Spain) characterized among other autapomorphic traits by its spectacular T-shaped occipital appendage. In this work we explain the steps we took and the decisions we made in order to produce the more accurate possible life reconstruction of this extinct ruminant, according to the available anatomic and phylogenetic evidence.

## 2. Material and Methods

We studied the paleomerycid fossil material from La Retama as specified in Sánchez *et al.* (2015). The type series of *Xenokeryx amidalae* Sánchez *et al.*, 2015 includes cranial fragments and cranial appendages, upper and lower dentition, and postcranial skeleton.

The published final version of the *Xenokeryx* life reconstruction (Sánchez *et al.*, 2015) is based upon the early sketches of the fossils from La Retama by Mauricio Antón, who published a first reconstruction of this same ruminant under the incorrect name (*nomen nudum*) of *Triceromeryx conquensis* (Agustí & Antón, 1997; 2002). We used the Corel Painter software (Mac version) to draw the illustration.

## 3. Results

The reconstruction of *X. amidalae* (Fig. 1) shows a fairly strange ruminant, with hair-covered cranial appendages and large sabre-like upper canines. There is strong evidence of hornless and fangless paleomerycid females (Duranthon *et al.*, 1995; IMS personal observation on unpublished material), so very probably only males were fully armed. The overall aspect of the animal recalls a small and powerful short-necked giraffe, with a short hairy crest that runs to the base of the occipital appendage.



**Figure 1.** Head reconstruction of an adult male of *Xenokeryx amidalae* Sánchez et al., 2015 based on the type series from La Retama.

#### 4. Discussion

We based our reconstruction in the results of our published Bayesian total-evidence phylogeny and in the anatomical homologies of some palaeomerycid traits with those of the giraffes (e.g. the ossicones). The cranial reconstruction was completed after the *Ampelomeryx* skull from Els Cassots. The supra-occipital ossicones of palaeomerycids are almost identical to the same appendages in the modern giraffes. These structures fuse later in ontogeny with the frontal bone and are covered in hair, showing strong vascular marks over their entire surface. The occipital appendages of palaeomerycids show a perfect continuity with the skull so it seems very improbable that they were not covered in hair. However, this type of appendage has not an extant homologue to fully corroborate this fact. The neck is very strong, with the neck musculature climbing up the occipital plane to the base of the occipital appendage, extending sideward into the lateral expansions of the nuchal crest, and also being lengthened through their insertion in the nuchal fossa, thus reinforcing both the head extension and the lateral bounding of the head, which were probably very powerful (Sánchez *et al.*, 2015). Other aspects of *Xenokeryx* external appearance have less direct evidence, and are product of decisions based on our phylogenetic reconstruction. Hence, the hairy crest, hair color and snout morphology are loosely based in giraffid traits, the same I previously did with

*Prolibytherium* (Sánchez *et al.*, 2010). We chose to give *Xenokeryx* a giraffe-like nose, different from the typical cervid rhinarium that characterizes most of the previously published palaeomerycid reconstructions (see e.g. Agustí & Antón, 1997; Antón & Morales, 2009). It is worth noting that with the same given basic muscular reconstruction these small final details can change a lot the ‘personality’ of the final reconstruction, offering to the observer hints of the scientific data that are hidden behind the paleo-illustrational work.

## References

- Agustí, J. & Antón, M. 1997. *Memoria de la Tierra: Vertebrados Fósiles de la Península Ibérica*, Ediciones del Serbal, Barcelona, 155 pp.
- Agustí, J. & Antón, M. 2002. *Mammoths, sabertooths, and hominids: 65 million years of mammalian evolution in Europe*, Columbia University Press, New York, 313 pp.
- Antón, M. & Morales, J. (eds.). 2009. *Madrid Antes del Hombre*. Comunidad de Madrid, Dirección General de Patrimonio Histórico, 72 pp.
- Astibia, H. 2012. Les Palaeomerycidae (Artiodactyla) de Sansan. In: *Mammifères de Sansan* (ed. Peigné, S.S.). Muséum national d'Histoire naturelle 201-224.
- Astibia, H. & Morales, J. 1987. *Triceromeryx turiasonensis* nov. sp. (Palaeomerycidae, Artiodactyla, Mammalia) del Aragoniense medio de la cuenca del Ebro (España). *Paleontologia i Evolució*, 21, 75-115.
- Bubenik, A. B. 1990. Epigenetical, morphological, physiological, and behavioral aspects of evolution of horns, pronghorns, and antlers. In: *Horns, Proghorns, and Antlers* (eds. Bubenik, G. A. & Bubenik, A. B.) Springer-Verlag, New York. 3-113.
- Davis, E. B., Brakora, K. A. & Lee, A. H. 2011. Evolution of ruminant headgear: a review. *Proc. R. Soc. London (Biol.)*, 278, 2857-2865.
- Duranthon, F., Moyà-Solà, S., Astibia, H. & Köhler, M. 1995. *Ampelomeryx ginsburgi* nov. gen., nov. sp. (Artiodactyla, Cervoidea) et la famille de Palaeomerycidae. *CR. Acad. Sci. II.*, 321, 339-346.
- Gentry, A.W., Rössner, G. E. & Heizmann, E. P. J. 1999. Suborden Ruminantia. In: *The Miocene Land Mammals of Europe* (eds. Rössner, G. E. & Heizmann, E. P. J.). Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München 225-253.
- Janis, C. M. & Scott, K. M. 1987. The interrelationships of higher ruminant families with special emphasis on the members of the Cervoidea. *American Museum Novitates*, 2893, 1-85.
- Janis, C.M. & Manning, E.M. 1998. Dromomerycidae. In: *Tertiary Mammals of North America Volume I: Terrestrial Carnivores, Ungulates, and Ungulatelike Mammals* (eds. Janis, C.M., Scott, K.M. & Jacobs, L. Cambridge University Press, Cambridge, 477-490.

Prothero, D. R. & Liter, M. R. 2008. Systematics of the dromomerycines and aletomerycines (Artiodactyla: Palaeomerycidae) from the Miocene and Pliocene of North America. *MMNH Bull.*, 44, 273-298.

Qiu, Z-D. & Qiu, Z-X. 2013. Early Miocene Xiehaie and Sihong fossil localities and their faunas, Eastern China. In: *Fossil mammals of Asia, Neogene Biostratigraphy and Chronology* (eds. Wang, X., Flynn, L.J. & Fortelius, M.) Columbia University Press, 142-154.

Sánchez, I. M., Quirarte, V., Morales, J., Azanza, B. & Pickford, M. 2010. Sexual dimorphism of the frontal appendages of the Early Miocene African Pecoran *Prolibytherium* Arambourg, 1961 (Mammalia, Ruminantia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30, 1306-1310.

Sánchez, I. M., Cantalapiedra, J. L., Ríos, M., Quirarte, V. & Morales, J. 2015. Systematics and Evolution of the Miocene Three-Horned Palaeomerycid Ruminants (Mammalia, Cetartiodactyla). *PLOS ONE*, 10, e0143034. doi:10.1371/journal.pone.0143034

Solounias, N. 2007. Family Giraffidae, In: *The Evolution of Artiodactyls* (eds. Prothero, D.R. & Foss, S.E.), The Johns Hopkins University Press, Baltimore, 257-277.

## **Reconstrucción de *Deinonychus antirrhopus* como adulto terrestre y juvenil con capacidad para el vuelo.**

### **A reconstruction of *Deinonychus antirrhopus* as a terrestrial adult and a juvenile with a capacity for flight.**

Pedro José Salas Fontelles<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Investigador independiente. \* [salas73@yahoo.com](mailto:salas73@yahoo.com)

**Palabras clave:** Paleontología, Arte, Reconstrucción, Cretácico, Dromaeosauridae.

**Keywords:** Paleontology, Art, Reconstruction, Cretaceous, Dromaeosauridae.

#### **Resumen**

Se ofrece una reconstrucción paleoartística del dromeosáurido *Deinonychus antirrhopus*, en un estadio juvenil con cierta capacidad para el vuelo, según propuesta del artículo de Parsons & Parsons (2015). Se ofrece también una reconstrucción de *D. antirrhopus* como adulto habitante de suelo para establecer una comparación ontogénica. Tomamos como referencia las reconstrucciones esquelético-musculares de *D. antirrhopus* adulto y de fases del crecimiento de *Sinornithosaurus millenii*, ambos del autor Scott Hartman, para nuestros modelos adulto y juvenil respectivamente.

#### **Abstract**

A paleoartistic reconstruction of dromeosaurid *Deinonychus antirrhopus* provided in juvenile stage with certain flight capacities, according to the proposal in the article by Parsons & Parsons (2015). A reconstruction of *D. antirrhopus* as a ground dwelling adult is offered as well in order to establish an ontogenic comparison. We take the skeletons of adult *D. antirrhopus* and *Sinornithosaurus millenii* growth stages, both by author Scott Hartman, as a reference for our adult and juvenile models respectively.

#### **1. Introducción**

Se entiende que en Paleontología, una hipótesis fundamentada en evidencias fósiles, aunque todavía deba ser comprobada, puede ser representada en términos paleoartísticos, pues la ilustración, o la representación tridimensional como es nuestro caso, es una herramienta útil dentro de la metodología de la Paleontología que contribuirá a su mejor comprensión. Es ya reconocida la función de la disciplina del paleoarte en la propuesta de nuevas hipótesis (Ansón *et al.*, 2015) y, por



lo tanto, servirá también como paso integrante del método científico en su papel como mecanismo de refutación de la hipótesis planteada.

Es por esto que se ha querido elaborar un modelo escultórico a escala 1:10 de la hipótesis de Parsons & Parsons (2015) de un *Deinonychus* juvenil con un desarrollo exagerado de características juveniles en el miembro anterior que habría mejorado su probabilidad de practicar el vuelo (Parsons & Parsons, 2015).

Debido a la escasez de restos fósiles, sobre todo en relación al brazo (Parsons & Parsons, 2015), la propuesta del artículo de referencia no aclara todas las dudas que suscita. Como, por ejemplo, si las plumas de vuelo del juvenil serían de un tipo distinto o proporcionalmente más largas que las del adulto. Nuestra representación, pues, sugiere posibles respuestas a estas cuestiones. Para ello se ha partido de representaciones paleoartísticas previas de otros autores, como Scott Hartman y de la representación paleoartística esquemática del esqueleto de *Deinonychus* juvenil del propio artículo de Parsons & Parsons (2015).

Asimismo, para completar los datos ausentes, se ha seguido la metodología de la anatomía comparada tomando referencias de especies de aves modernas. Todo ello ha resultado en un trabajo de paleoarte de investigación.

## **2. Reconstrucción osteológico-muscular**

De acuerdo a los análisis filogenéticos de Parsons & Parsons (2015), la posición del espécimen juvenil MCZ 8791 de *D. antirrhopus* es próxima a *Sinornithosaurus millenii*. Por lo tanto la reconstrucción de las fases del crecimiento de esta especie, obra de Scott Hartman, supondrá un modelo comparativo filogenéticamente cercano. *S. millenii*, como microraptorino, podría acercarse a la propuesta de un *Deinonychus* juvenil volador pues se ha sugerido el aleteo como una forma de movilidad dromeosáurida/aviana en relación a aquel (Senter, 2006). Sin embargo, en cuanto a la relación entre la longitud de la escápula y el húmero, *Deinonychus*, como forma derivada, estaría en el grupo de una escápula larga junto a *Velociraptor*. Mientras que *Sinornithosaurus* pertenecería al grupo de escápula corta junto a formas basales como *Microraptor* y *Bambiraptor* (Turner et al., 2012). Por lo tanto nuestra propuesta comparativa no puede considerarse definitiva.

En diversos puntos del estudio comparativo anatómico craneal y postcraneal que establecen Parsons & Parsons (2015) entre *D. antirrhopus* adulto y juvenil se hallan coincidencias proporcionales significativas con los especímenes juvenil NGMC 91, familiarmente conocido como “Dave”, y adulto, holotipo IVPP V12811, de *S. millenii* de la ilustración de Hartman (Hartman, 2015).

### Craneal:

Los ratios indican que la maxilla juvenil de MCZ 8791 es más corta que la adulta de YPM 5206 (Parsons & Parsons, 2015). Eso mismo se aprecia, tras las correspondientes medidas, entre los *S.*



Figura 1. Escultura de *Deinonychus antirrhopus* juvenil realizada sobre reconstrucción esquelética asumiendo las características descritas por Parsons & Parsons 2015.

*millenii* joven y adulto, además de una mayor proximidad entre las fenestras premaxilar y maxilar en el juvenil.

#### Postcraneal:

El olécranon en el juvenil está más desarrollado que en el adulto (Parsons & Parsons, 2015), lo cual es también observable en los esqueletos de *S. millenii*. Se da también un alargamiento proporcional de la ulna (Parsons & Parsons, 2015), característica igualmente observable en los esqueletos de *S. millenii*.

Los ratios indican que la segunda falange del dígito II de la mano del juvenil MCZ 8791 es comparativamente más larga y delgada que la del adulto YPM 5206 (Parsons & Parsons, 2015). Eso mismo se aprecia entre los *S. millenii* joven y adulto de Scott Hartman.

En la ungueal del dedo pedal II el tubérculo flexor en el juvenil es comparativamente menor que en el adulto (Parsons & Parsons, 2015). Esto se aprecia también en *S. millenii*. Además la ungueal está más curvada que en el adulto, de igual manera a como sucede en *D. antirrhopus* (Parsons & Parsons, 2015).

La longitud aproximada de radio y ulna de *D. antirrhopus* juvenil es un 65% la del adulto (Parsons & Parsons, 2015). Esto no sucede en la reconstrucción esquelética de *S. millenii* de Scott Hartman, donde se aprecia que la ulna del juvenil es aproximadamente un 55% la del adulto. Por lo tanto la medida porcentual con respecto al adulto que se toma para la ulna de nuestro esqueleto será la indicada por Parsons & Parsons.

Tras estas comprobaciones se han tomado medidas de los esqueletos de *S. millenii* adulto y juvenil dibujados por Scott Hartman y se han calculado los porcentajes de sus proporciones. Seguidamente esas variaciones porcentuales se han aplicado al esqueleto de *D. antirrhopus* adulto, también obra de Scott Hartman elaborado a partir de los especímenes YPM 5205 y AMNH 3015 (Hartman, 2013), teniendo en cuenta las mediciones mostradas en Parsons & Parsons (2015). Sobre el esqueleto resultante construimos la escultura a escala 1:10 (Figura 1).

Los esqueletos aportados en el artículo son una modificación sobre el original descrito por Ostrom, conservando ciertas características de aquel, como un cráneo alto en el adulto, además de una premaxila similar a la de *Bambiraptor* en el juvenil. Así mismo las proporciones del desarrollo osteológico no son reflejadas con exactitud a los datos aportados en el artículo. Por ejemplo la ulna del juvenil es un 65% la del adulto, pero en el diagrama asciende a un 70 %. Dado esto nos pareció adecuado tomar una reconstrucción esquelética más actualizada como la del adulto realizado por Hartman y modificarlo según hemos explicado.

#### Musculatura:

En cuanto a los puntos de anclaje de los músculos, distribución del tejido blando y volumen y forma general del cuerpo del *D. antirrhopus* adulto se ha tomado la ilustración músculo-esquelética de Scott Hartman. En el caso del juvenil se ha adaptado la silueta para el adulto, obra de de Hartman, a nuestra representación esquelética.

### **3. Plumaje y coloración**

Es probable que la elevación por encima de la horizontal, de un ala extensamente emplumada hubiera servido a los dromeosáuridos para la exhibición (Senter, 2006). Consecuentemente se ha mostrado a nuestro adulto en actitud de display o exhibición, comparándolo así con las alas extendidas del juvenil en actitud de vuelo o planeo.

La extremidad anterior incubadora podría haber evolucionado moldeada por la necesidad de guardar la estructura protectora de manera compacta mientras no se halle en uso (Hopp & Orsen, 2004). Entre los terópodos ancestros de las aves, la evolución de plumas incubadoras más largas pudieron llevar a las articulaciones del brazo a estar pronunciadamente flexionadas (Hopp & Orsen, 2004).

Parsons & Parsons (2015) muestran la capacidad de flexión de la muñeca en *D. antirrhopus* cuando hablan de una rotación completa de la muñeca que, combinada con las largas plumas manuales habría podido asistir en el posible aleteo del dromeosáurido.

Dado que la mano y el codo del juvenil, gracias a un olécranon desarrollado, se flexionan a un ángulo más agudo que en el adulto (Parsons & Parsons, 2015), y que esta característica parece que se relaciona en ocasiones con presencia de plumas más largas, como sucede en géneros conocidos, por ejemplo algunos oviraptóridos, se ha dotado a nuestro juvenil de plumas de vuelo en los brazos proporcionalmente más largas que las del adulto.

Se observa que en el *D. antirrhopus* juvenil, el húmero es más corto en relación a la escápula aún que en otros dromeosáuridos a los que se les supone cierta capacidad de vuelo como *Jeholornis* o *Microraptor* (Dyke *et al.*, 2013). En cuanto a la evolución de la forma alar, las proporciones en los huesos del ala han mostrado una señal filogenética fuerte (Wang & Clarke, 2015), por lo que se ha usado como modelo un ala similar, con un húmero corto, que se encuentra en las Galliformes actuales. Si bien es cierto que esas mismas proporciones óseas muestran, comparativamente, una señal funcional débil (Wang & Clarke, 2015). Por lo que el posible vuelo del *D. antirrhopus* juvenil no tendría que parecerse necesariamente al de los Galliformes actuales.

La forma del ala descrita para los Galliformes consiste en coberteras primarias más cortas y rémiges secundarias alargadas, así como coberteras secundarias también alargadas (Wang & Clarke, 2015). Y este es, consecuentemente, el aspecto que se ha dado al ala de nuestro *D. antirrhopus* juvenil. En concreto se ha tomado el ala del Galliforme *Pavus cristatus* como modelo por ser un galliforme de tamaño semejante a *D. antirrhopus* juvenil.

En Troodontidae y Archaeopterigidae se dan colas de rectrices pareadas, salvo en las formas voladoras de microraptorinos que presentan abanico distal. El caso de *Zenyuanlongsuni* es un dromeosáurido no volador al que podríamos presumirle una cola de rectrices pareadas, según se infiere por la presencia, en la porción próxima de la cola, de plumas más largas que las de *Microraptor* y *Changyuraptor yangi*. Aunque debido a la falta de preservación de la porción distal no se puede asegurar la presencia o ausencia de abanico. *Z. suni* posee además, grandes alas en brazos cortos por lo que las rémiges servían no para el vuelo sino para display (Lü & Brusatte, 2015) lo cual sostiene que para nuestro trabajo se represente a *D. antirrhopus* adulto con una cola de rectrices pareadas consistente con una función de display. Se alargan, además, las tectrices de la base de la cola por necesidades incubadoras según se afirma en la hipótesis de incubación como origen de las plumas de vuelo de Hopp & Orsen (2004). Esta estructura es similar a la hallada en *Jeholornis* cuyo abanico proximal se podría haber desarrollado con diferentes funciones como vuelo o comunicación, no mutuamente exclusivas (O'Connor *et al.*, 2013).

Se representa a *D. antirrhopus* juvenil, en cambio, con un abanico distal, similar a la de *C. yangi* cuyas largas rectrices habrían proporcionado aterrizajes seguros y precisión en el ataque a sus presas. La cola en abanico proporciona a los microraptorinos competencias semi aéreas a tamaños relativamente grandes (Han *et al.*, 2014).

Para el color del ejemplar adulto se toma, como modelo comparativo con especie actual, al adulto de águila volatinera (*Terathopius ecaudatus*). Su coloración oscura, con tonos pizarra y azulados ayuda a confundirse con el entorno, lo cual parece adecuado para un cazador de emboscada según se le atribuye a *D. antirrhopus*. Se oscurece en cambio las coberteras de la zona ventral del ala en el adulto, que son plateadas para confundirse con el cielo durante el vuelo, ya que para un animal habitante de suelo resultan innecesarias. El Águila pomerana (*Clanga pomarina*), de coloración oscura también en la zona ventral, sirve como referencia de rapaz moderna ya que en ocasiones da caza a sus presas persiguiéndolas a la carrera por el suelo (del Hoyo *et al.*, 1994). Se mantienen en el adulto la franja gris claro en la parte dorsal del ala y la coloración rojiza de la piel facial, características de *T. ecaudatus*, ya que son consistentes con la actitud de display.

En cuanto al juvenil esta rapaz posee una coloración castaño oscuro uniforme en todo el cuerpo, con un moteado blanquecino en zonas de cabeza y cuello y la piel facial en un tono verdoso. Ciertos autores, (Birch-Jeffery *et al.*, 2012; Naish D. 2000<sup>a</sup>, 2000<sup>b</sup>) sugieren que la curvatura de las garras pedales y la capacidad para asir de los dígitos del pie pudieron permitir a dromeosáuridos como *Deinonychus* escalar a los árboles. Aplicaremos pues esta coloración a nuestro juvenil como camuflaje en el clarooscuro de las ramas a las que ocasionalmente pudo haber escalado ayudándose de la técnica de WAIR con el fin de eludir ataques de depredadores de mayor tamaño.

#### 4. Conclusiones

En este trabajo se ha plasmado, en sendas esculturas tridimensionales a escala 1:10, todos los aspectos anatómicos, tanto demostrados como inferidos de *D. antirrhopus* adulto terrestre y del juvenil planeador/volador. Nuestra reconstrucción paleoartística sirve como un primer paso hacia modelos a escala natural, con especial énfasis en *D. antirrhopus* juvenil, con materiales que imiten las plumas reales con el propósito de examinar su aerodinámica y como comprobación empírica para alcanzar pruebas concluyentes y determinar si su desplazamiento era planeador / volador o si sus caracteres no implicaban capacidad alguna para el vuelo. También facilita la comunicación en la divulgación científica, conjugando inferencias realizadas de formas diversas y resultando en una obra que pretende ser a la vez atractiva e informativa.

## Referencias

- Ansón, M. & Hernández Fernández, M. 2013. Artistic reconstruction of the appearance of *Prosantorhinus* Heissig, 1974, the teleoceratine rhinoceros from the Middle Miocene of Somosaguas.[Reconstrucción artística de la apariencia de *Prosantorhinus* Heissig, 1974, el rinoceronte teleoceratino del Mioceno medio de Somosaguas]. *Spanish Journal of Palaeontology*, 28, 1, 43-54
- Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2015. Paleoart: term and conditions (a survey among paleontologists). In: *Current Trends in Paleontology and Evolution*(eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 28-34.
- Birn-Jeffery, AV., Miller CE., Naish D., Rayfield EJ., Hone DWE. 2012. Pedal claw curvature in birds, lizards and mesozoic dinosaurs – Complicated categories and compensating for mass-specific and phylogenetic control. *PLoS ONE*7(12): e50555. doi:10.1371/journal.pone.0050555
- Dyke, G., de Kat, R., Palmer, C., van der Kindere, J., Naish, D. & Ganapathisubramani, B. 2013. Aerodynamic performance of the feathered dinosaur *Microraptor* and the evolution of feathered flight. *Nature Communications* 4, Article number: 2489 doi:10.1038/ncomms3489
- Han, G. *et al.* 2014. A new raptorial dinosaur with exceptionally long feathering provides insights into dromaeosaurid flight performance. *Nat. Commun.* 5:4382 doi: 10.1038/ncomms5382 .
- Hopp, T.P. & Orsen, M.J. 2004. Dinosaur brooding behavior and the origin of flight feathers. In P.J. Currie, E.B. Koppelhus, M.A. Shugar and J.L. Wright (eds.), *Feathered dragons: studies on the transition from dinosaurs to birds*, pp. 234-250. Bloomington: IndianaUniversity Press.
- del Hoyo, J., Elliott, A. and Sargatal, J. 1994. *Handbook of the Birds of the World. Volume Two: New World Vultures to Guinea-fowl*. Lynx Edicions, Barcelona, 638 pp.
- Lü, J. and Brusatte, S. L. 2015. A large, short-armed, winged dromaeosaurid (Dinosauria: Theropoda) from the Early Cretaceous of China and its implications for feather evolution. *Sci. Rep.*5, 11775; doi: 10.1038/srep11775.
- Naish, D. 2000a. 130 years of tree-climbing dinosaurs: *Archaeopteryx*, ‘arbosaurs’ and the origin of avian flight. *The Quarterly Journal of the Dinosaur Society* 4, 1, 20-23.
- Naish, D. 2000b. Theropod dinosaurs in the trees: a historical review of arboreal habits amongst nonavian theropods. *Archaeopteryx* 18, 35-41.
- O’Connor J., Xiaoli W., Sullivan C., Xiaoting Z., Tubaro P., Xiaomei Z. & Zhou Z. 2013. Unique caudal plumage of *Jeholornis* and complex tail evolution in early birds. *PNAS*.110,. 43, 17404-17408
- Parsons WL, Parsons KM. 2015. Morphological variations within the ontogeny of *Deinonychus antirrhopus* (Theropoda, Dromaeosauridae). *PLoS ONE* 10(4): e0121476. doi:10.1371/journal.pone.0121476

Senter, P. 2006. Comparison of forelimb function between *Deinonychus* and *Bambiraptor* (Theropoda : Dromaeosauridae). *Journal of vertebrate paleontology*, 26:4, 897-906, DOI: 10.1671/0272-4634(2006)26[897:COFFBD]2.0.CO;2

Turner A.H., Makovicky P.J. & Norell M.A. (2012). A review of dromaeosaurids systematics and paravian phylogeny. *Bulletin of the American museum of natural history*. No 371, 206 pp.

Xia W. & Clarke, J.A. 2015. The evolution of avian wing shape and previously unrecognized trends in covert feathering. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282 (1816): 20151935 DOI: 10.1098/rspb.2015.1935

Web1: <http://www.skeletaldrawing.com/theropods/deinonychus>

Web2: <http://www.skeletaldrawing.com/theropods/sinornithosaurus>

**Trayendo a la vida a *Morelladon beltrani*: aciertos y fallos en la reconstrucción de un nuevo dinosaurio ornitópodo del Cretácico Inferior de Castellón (España)**

**Bringing *Morelladon beltrani* back to life: rights and wrongs in the reconstruction of a new ornithopod dinosaur from the Lower Cretaceous of Castellón (Spain)**

Carlos de Miguel Chaves<sup>1\*</sup>, Eloy Manzanero<sup>2</sup>, Fernando Escaso<sup>1</sup> & Francisco Ortega<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Paseo de la Senda del Rey 9, 28040, Madrid, España. \*carlos.miguelchaves@gmail.com

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Educación a Distancia, Calle Bravo Murillo, 38, 28015, Madrid, España.

**Palabras clave:** Paleontología, paleoarte, Iguanodontia, Morella, exactitud científica

**Keywords:** Paleontology, paleoart, Iguanodontia, Morella, scientific accuracy

## **Resumen**

*Morelladon beltrani* es un dinosaurio iguanodontio del Cretácico Inferior de Morella (Castellón, España), recientemente descrito. Para hacer una reconstrucción del animal, se han utilizado como referencia los restos recuperados de *Morelladon*, así como la información disponible en otros taxones estrechamente emparentados. Sin embargo, la ilustración final también presenta algunas inexactitudes científicas. Los aciertos y los fallos de dicha reconstrucción son aquí evaluados.

## **Abstract**

*Morelladon beltrani* is a recently described iguanodontian dinosaur from the Lower Cretaceous of Morella (Castellón, Spain). In order to make a reconstruction of the animal, the recovered remains of *Morelladon* have been used as reference, but also the available information on other closely related taxa. However, the final illustration presents some scientific inaccuracies. The rights and wrongs of this illustration are here evaluated.

## **1. Introducción**

A partir de fósiles encontrados en las cercanías de la localidad de Morella (Castellón, España), ha sido descrito recientemente un nuevo taxón de dinosaurio ornitópodo, *Morelladon beltrani* Gasulla, Escaso, Narváez, Ortega & Sanz 2015. Los restos de *Morelladon* proceden de la cantera del Mas de la Parreta, en niveles de la Formación de Arcillas de Morella, datada como Barremiense (Villanueva-Amadoz *et al.*, 2015). El esqueleto parcial recuperado incluye un diente, vértebras,



costillas, una tibia y parte de la cintura pélvica. *Morelladon* presenta una serie de caracteres exclusivos, entre los que destacan unas espinas neurales dorsales altas y verticales (al menos 4,3 veces la altura del centro vertebral).

Con motivo de la publicación de este nuevo dinosaurio, se llevó a cabo una reconstrucción del animal con el fin de divulgar mejor el descubrimiento (Figura 1). En el presente trabajo se recopilarán las referencias utilizadas en dicha reconstrucción, así como se señalarán posteriormente una serie de imprecisiones de la misma.

## 2. Reconstrucción del animal y su entorno

Al afrontar la reconstrucción en vida de un organismo extinto, existe el problema de que hay muchos rasgos de su morfología y apariencia que desconocemos. En estos casos se utiliza un método científico de inferencia conocido como “horquilla filogenética”, consistente en extrapolar la información disponible en otros organismos emparentados (Witmer, 1995). Puesto que *Morelladon* se conoce a partir de un esqueleto parcial de un único individuo, hay muchos caracteres que han de reconstruirse basándonos en otros dinosaurios ornitópodos de parentesco cercano.

La hipótesis filogenética propuesta en Gasulla *et al.* (2015) sitúa a *M. beltrani* como estrechamente relacionado con *Iguanodon bernissartensis* Boulenger 1881 y, sobre todo, con *Mantellisaurus atherfeldensis* (Hooley 1925). Así pues, *Mantellisaurus* fue la referencia principal para reconstruir muchos de los aspectos de *Morelladon*. Para el cráneo, se partió de la ilustración del holotipo de *Mantellisaurus*, tomada de la descripción original (Hooley, 1925).



Figura 1. Reconstrucción de la apariencia en vida de *Morelladon beltrani*, realizada por Carlos de Miguel Chaves para la publicación del artículo con la descripción del taxón.

De la misma manera, para completar el esqueleto postcraneal de *Morelladon* se utilizó la reconstrucción de Paul (2008) de *Mantellisaurus*, basado también en el holotipo. Además, se generó un modelo 3D de *Morelladon* que ayudase a trabajar desde ciertas perspectivas, así como a entender el comportamiento de la luz sobre el animal. Dicho modelo se esculpió con el programa ZBrush 4R6, utilizando de nuevo la reconstrucción esquelética de *Mantellisaurus* de Paul (2008).

Para interpretar la morfología espaldar de *Morelladon*, caracterizada por vértebras con altas espinas neurales, se comparó con el ornitópodo del Cretácico Inferior de Níger *Ouranosaurus nigeriensis* Taquet 1976. Aunque tradicionalmente se ha considerado que las espinas neurales de *Ouranosaurus* conformaban una vela (implicada en procesos de termorregulación o señalización), existe también la hipótesis de que estas vértebras soportarían una joroba de grasa o músculo que serviría como reservorio de energía en épocas de escasez (Bailey, 1997). Esta última hipótesis es la que se ha utilizado aquí para ilustrar a *Morelladon*, considerando que una joroba podría ser útil a la hora de afrontar épocas de sequía y escasez (Ortega & Escaso, com. pers.).

A la hora de reconstruir el aspecto externo de *Morelladon*, de nuevo *Mantellisaurus* es la principal referencia. Existen pequeñas áreas de integumento preservado en fósiles de *Mantellisaurus* que indican que poseía una piel flexible cubierta por multitud de pequeñas escamas de 2-3 mm de diámetro (Norman, 1986). Además, hay un amplio registro de fósiles con impresiones de piel de ornitópodos hadrosáuridos (Bell, 2012), que han sido de gran utilidad para realizar la ilustración de *Morelladon*.

Es habitual ver reconstrucciones de dinosaurios con podoteca (región de piel escamosa que recubre de una manera característica el pie en aves), con grandes escamas sobre la región dorsal de los dedos. Sin embargo, solo se ha reconocido una podoteca claramente aviana en terópodos tetanuros (Cuesta *et al.*, 2015). Otros grupos de dinosaurios, incluyendo aquellos emparentados con *Morelladon*, presentan pequeñas escamas tuberculares o hexagonales de poco centímetros de diámetro cubriendo sus metatarsos; como los hadrosaurios *Saurolophus osborni* Brown 1912, *Saurolophus angustirostris* Rozhdestvensky 1952, y *Corythosaurus casuarius* Brown 1914 (Bell, 2012, 2014). Este es el patrón que se ha utilizado para dotar de integumento a los pies de *Morelladon*.

Finalmente, recientes trabajos han interpretado la Formación de Arcillas de Morella como un ambiente deltaico sometido a una ciclicidad de avances y regresiones marinas (Santesteban *et al.*, 2012). Modelos paleoclimatológicos predicen un clima durante el Cretácico Inferior en la región europea con dos estaciones: una fría y húmeda, y una cálida y seca, con una alta evaporación de la humedad del terreno pese a las precipitaciones (Haywood *et al.*, 2004). Este es el escenario elegido para la reconstrucción ambiental de la ilustración de *Morelladon*, un ambiente seco coherente con la hipótesis de la joroba como reserva de energía de Bailey (1997).

### 3. Fallos en la reconstrucción: implicaciones y conclusiones

Pese a la información consultada para llevar a cabo la reconstrucción de *Morelladon*, nuevas búsquedas en la literatura científica ponen de manifiesto una serie de imprecisiones presentes en dicha reconstrucción.

En primer lugar, se dan una serie de errores anatómicos importantes en las extremidades anteriores. Existen descripciones y figuraciones bien referenciadas de la mano de *Mantellisaurus*, donde el dedo IV aparece reducido respecto a los dedos II y III, y con una falange ungueal de pequeño tamaño (Norman, 1986). Esto es también así para otras formas emparentadas, como *Iguanodon*. Sin embargo, en la ilustración de *Morelladon* se recurrió erróneamente a una mano mucho más genérica, similar a la de los hadrosaurios. Además, investigaciones recientes en hadrosaurios y en *Iguanodon* apuntan a que estos animales orientaban las palmas de las manos sub-medialmente, y no con la posición pronada con la que se les suele representar (Senter, 2012). Sin embargo, pese a las evidencias basadas en esqueletos bien preservados y en icnitas que soportan esta hipótesis, la reconstrucción de *Morelladon* incluye manos en una posición pronada, con las palmas orientadas caudalmente.

Por otro lado, existen algunos trabajos recientes que indican la presencia de una ranfoteca asociada al premaxilar en hadrosaurios: ciertos especímenes de *Parasaurolophus* y *Corythosaurus* sugieren que el pico del animal se proyectaría significativamente respecto al margen oral de la premaxila en el cráneo (Farke *et al.*, 2013; Mallon & Anderson, 2014). Teniendo en cuenta estas evidencias, la ranfoteca de *Morelladon* debería ser mayor en la ilustración.

La existencia de estos errores en la reconstrucción de *M. beltrani* implica que, pese a la cantidad de referencias utilizadas, la documentación podría haber sido más exhaustiva. La necesidad de cumplir con plazos, así como la existencia de una serie de conceptos visuales erróneos fuertemente arraigados en la memoria colectiva (“memes en paleoarte”, sensu Witton *et al.*, 2014), pueden haber sido trabas importantes a la hora de realizar una reconstrucción precisa. Solamente consultando todas las fuentes disponibles pueden llegar a completarse imágenes lo más fidedignas posibles a la

hora de reconstruir organismos del pasado, algo de vital importancia si se tiene en cuenta que el paleoarte y la paleoimagería juegan un importante papel en la difusión del conocimiento paleontológico al público general (ver Vidal & Miguel Chaves, 2015).

### **Agradecimientos**

Los autores quieren dar las gracias a los revisores de este manuscrito, S. Pérez y F. Gascó, cuyos útiles comentarios y sugerencias han ayudado a mejorar el presente trabajo.

### **Referencias bibliográficas**

- Bailey, J. B. 1997. Neural spine elongation in dinosaurs: sailbacks or buffalo-backs? *Journal of Paleontology*, 71, 1124–1146.
- Bell, P. R. 2012. Standardized terminology and potential taxonomic utility of hadrosaurid skin impressions: a case study for *Saurolophus* from Canada and Mongolia. *PLoS ONE*, 7 (2), e31295.
- Bell, P. R. 2014. A review of hadrosaurid skin impressions. In: *The Hadrosaurs: Proceedings of the International Hadrosaur Symposium* (Eberth, D. A. & Evans, D. C., eds.) Indiana University Press, Bloomington and Indianapolis. 572–590.
- Cuesta, E., Díaz-Martínez, I., Ortega, F. & Sanz, J. L. 2015. Did all theropods have chicken-like feet? First evidence of a non-avian dinosaur podotheca. *Cretaceous Research*, 56, 53–59.
- Farke, A. A., Chok, D. J., Herrero, A., Scolieri, B. & Werning, S. 2013. Ontogeny in the tube-crested dinosaur *Parasaurolophus* (Hadrosauridae) and heterochrony in hadrosaurids. *PeerJ*, 1:e182.
- Gasulla, J. M., Escaso, F., Narváez, I., Ortega, F. & Sanz, J. L. 2015. A new sail-backed styracosternan (Dinosauria: Ornithopoda) from the Early Cretaceous of Morella, Spain". *PLoS ONE*, 10 (12): e0144167.
- Haywood, A. M., Valdes, P. J. & Markwick. P. J. 2004. Cretaceous (Wealden) climates: a modelling perspective. *Cretaceous Research*, 25, 303–31.
- Hooley, W. 1925. On the skeleton of *Iguanodon atherfieldensis* sp. nov., from the Wealden Shales of Atherfield (Isle of Wight). *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 81, 1–61.
- Mallon, J. C. & Anderson, J. S. 2014. Implications of beak morphology for the evolutionary paleoecology of the megaherbivorous dinosaurs from the Dinosaur Park Formation (upper Campanian) of Alberta, Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 394, 29–41.
- Norman, D. B. 1986. On the anatomy of *Iguanodon atherfieldensis* (Orithischia: Ornithopoda). *Bulletin d l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique: Sciences de la Terre*, 56, 281–372.
- Paul, G. S. 2008. A revised taxonomy of the iguanodont dinosaur genera and species. *Cretaceous Research*, 29, 2, 192–216.

Santisteban, C. de, Santos-Cubedo, A. & Poza, B. 2012. Revisión de la sección del yacimiento del Mas de la Chimenea Alta (Formación Arcillas de Morella, Castellón) y significado en el contexto paleoambiental. *Geogaceta*, 51, 67–70.

Senter, P. 2012. Forearm orientation in Hadrosauridae (Dinosauria: Ornithopoda) and implications for museum mounts. *Palaeontologia Electronica*, 15, 3, 30A, 1–10.

Vidal, D. & Miguel Chaves, C. de. 2015. The scientific relevance of paleoimagery: popularizing and generating hypothesis on primeval worlds. In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds. Domingo, L., Domingo, M. S., Fesharaki, O., García Yelo, B., Gómez Cano, A. R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J. L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.). Cercedilla, Madrid. 253–254.

Villanueva-Amadoz, U., Santisteban, C. & Santos-Cubedo, A. 2015. Age determination of the Arcillas de Morella Formation (Maestrazgo Basin, Spain). *Historical Biology*, 27, 389–397.

Witmer, L.M. 1995. The extant phylogenetic bracket and the importance of reconstructing soft tissues in fossils. In: *Functional Morphology in Vertebrate Paleontology* (ed. Thomason, J. J.). New York. Cambridge University Press. 19–33.

Witton, M. P., Naish, D. & Conway, J. 2014. State of the Palaeoart. *Palaeontologia Electronica*, 17, Issue 3, 5E, 1–10.

**La importancia de las inferencias ecomorfológicas en las reconstrucciones paleoartísticas: *Dunkleosteus terrelli* como caso de estudio**

**The importance of ecomorphological inferences on palaeoartistic reconstructions: *Dunkleosteus terrelli* as a case of study**

Hugo Salais-López<sup>1</sup>, Humberto G. Ferrón<sup>2\*</sup>, Carlos Martínez-Pérez<sup>2</sup>, & Héctor Botella<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Funcional y Antropología Física, Universitat de València, C/Dr Moliner, 50, Burjassot, València, 46100, España.

<sup>2</sup> Departamento de Geología, Universitat de València, C/Dr Moliner, 50, Burjassot, València, 46100, España. [\\*Humberto.Ferron@uv.es](mailto:Humberto.Ferron@uv.es)

**Palabras clave:** paleoarte, paleoecología, ecomorfología, morfometría, *Dunkleosteus*

**Keywords:** palaeoart, palaeoecology, ecomorphology, morphometrics, *Dunkleosteus*

**Abstract**

*Dunkleosteus terrelli* was one of the first vertebrate apex-predators. Despite the media and popular interest aroused by this placoderm, *D. terrelli* is only known from disarticulated plates of the head shield. For this reason, its general body shape remains unknown and up to date the body reconstructions of this species have been mainly inspired on the morphology of smaller basal arthrodires known from complete specimens. Here, we propose a new reconstruction of this flagship species based on an ecomorphological criterion by means of geometric morphometric analysis with living sharks.

**Resumen**

*Dunkleosteus terrelli* fue uno de los primeros vertebrados superdepredadores. A pesar de su gran impacto mediático esta especie sólo se conoce a partir restos desarticulados de su escudo cefálico y torácico. Como consecuencia, la morfología corporal de este placodermo es desconocida y clásicamente sus reconstrucciones se han basado en otros placodermos más pequeños conocidos a partir de ejemplares completos. Aquí se propone una nueva reconstrucción de este taxón icónico en base a un criterio ecomorfológico, en base a análisis de morfometría geométrica en tiburones actuales.

**1. Introduction**

Palaeoart plays an essential role popularising palaeontology, generating a visual idea for the general public of how extinct organisms were in life. In this sense, the use of rigorous methodologies and updated scientific information is essential for the production of accurate palaeoartistic reconstructions and an appropriate scientific dissemination of palaeontological research. Otherwise, imprecise representations can have very negative effects, leading to misperceptions about extinct organisms that could become deeply rooted in the general public, especially in the case of taxa with great media impact. Several procedures have been proposed in order to carry out reconstructions supported by the available scientific knowledge (e. g. Witmer, 1995; Ghilardi & Ribeiro, 2010). Among them, phylogenetic bracket approaches have been commonly applied for reconstructing non-preserved soft tissues and other palaeobiological aspects on the basis of maximum likelihood criterion by comparison with phylogenetically closely related taxa (Witmer, 1995). This kind of approaches can be really useful for reconstructing characters with strong phylogenetic load that remain constant within the taxonomic group regardless of other factors like lifestyle. However, the application of such methodologies in a loose way, in order to make inferences about morphological characters without an osteological control or other palaeobiological aspects such as behaviour, physiology or ecology, requires a high level of speculation and is extremely sensible to convergence (see for example the case of *Spinosaurus aegyptiacus*, Ibrahim *et al.*, 2014). In those cases, the application of other approaches that imply a “briefing” (Ghilardi & Ribeiro, 2010), aiming to integrate evidence from a broader spectrum of disciplines, could be more appropriate. In this work, we emphasize the need to consider palaeoecological evidence, highlighting the importance of taking into account ecological analogues, not just phylogeny, in order to detect characters with high ecomorphological correlation.

Following these ideas, we present a new reconstruction of the giant placoderm *Dunkleosteus terrelli* (Newberry, 1873). Classical body reconstructions of this taxon have been mainly inspired on the morphology of smaller closely related placoderms known from complete specimens (e. g. *Coccosteus* in Heintz, 1932). As a consequence, some anatomical features of these taxa, such as the presence of tails with low heterocercal angles and poor developed ventral lobes and/or macruriform bodies, have been usually represented in palaeoartistic reconstructions of *D. terrelli*. However, body design of aquatic vertebrates is closely related with swimming mode (Webb, 1975) and feeding strategies (Webb, 1984) and does not depend only on their phylogenetic affinities. On this basis, here we perform a geometric morphometrics analysis on extant sharks establishing a useful comparative framework for inferring some anatomical aspects in extinct species from ecological data and vice versa. Our goal is the application of such methodology to *D. terrelli* and the proposal

of a more appropriate reconstruction of this flagship species based on an ecological-proximity criterion.

## **2. Material and methods**

The morphological variability of the caudal fin was analysed in 438 species of extant sharks by means of geometric morphometric analysis, PCA and regression analysis between shape and body length. PCA results were interpreted classifying sharks both into taxonomical groups and according to their mode of life. The expected caudal fin morphology of *D. terrelli* was inferred from its total body length estimations by interpolation in the regression analysis of active pelagic sharks assuming ecological affinity.

## **3. Results and discussion**

The study of the caudal fin morphological variation of 438 different species of sharks (constituting 93% of the total) shows a strong morphological convergence in non-close related shark species that share similar modes of life. We have also found a notable homogeneity in the caudal fin morphology of active pelagic sharks, most of them sharing the possession of a well-developed ventral lobe and high caudal fin span that maximizes thrust and minimizes drag and recoil energy losses (Langerhans & Reznick, 2010).

As sharks, arthrodire placoderms were also body-caudal fin propulsors, generating thrust with lateral movements of their tails. Consequently, caudal fin morphology of *D. terrelli*, as main propulsor organ, should be also under strong selection pressure driven by some aspects of its ecology and locomotion mode. Interestingly, both the lifestyle and trophic position of this species are relatively well known regardless of the virtual absence of post-thoracic remains. *D. terrelli* has been interpreted as a big cruiser with good swimming capabilities, being at the top of the trophic pyramid as active predator (Lamsdell & Braddy, 2009; Carr, 2010).

In consequence, both the ecology and trophic position of this species, and probably other big arthrodires, are comparable to those of living active pelagic sharks, being possible to establish an ecological analogy between both groups. Previous reconstructions of *D. terrelli* based on the anatomy of the close related placoderm *Coccosteus* (e. g. Heintz, 1932) could be inappropriate as this implies the comparison of taxa coming from too different facies and taxonomical assemblages and, ultimately, with possibly disparate lifestyles (Carr, 2010). For this reason, we propose that living sharks can be considered as suitable models for predicting characters strongly correlated with



the lifestyle in placoderms, in cases where no other closer related taxa with similar ecology are known.



**Figure 1.** Life reconstruction of *D. terrelli* preying on an *Orodus* (pencil sketch).

Besides ecology, our results suggest that caudal fin morphology is also influenced by the body size. We have found interspecific positive allometry affecting mainly the caudal fin span of living sharks. This same phenomenon has been previously reported during the ontogeny of some phylogenetically distant aquatic vertebrates, including bony fishes, cetaceans and even fossil groups such as ichthyosaurs (Motani, 2002), responding to common physiological constraints. Caudal fin of pelagic placoderms had to play a major role in hydrodynamic lift and positive allometry would be also expected to occur in this group. Assuming the latter, we have predicted the caudal fin span for *D. terrelli* from its total length by extrapolating through the morphometric regression analysis performed in active pelagic sharks.

For the first time, our work has allowed to establish a comparative framework with geometric morphometrics useful for basing ecomorphological inferences in extinct aquatic vertebrates with body-caudal fin propulsion. Thanks to that, the pre-existing palaeoecological data of *D. terrelli* led as to the proposal of a new reconstruction based on its ecological similarity with living active pelagic sharks. Thus, in contrast to classical reconstructions funded on the phylogenetic proximity

with *Coccosteus*, we propose a caudal fin with a well-developed ventral lobe, narrow peduncle and wide span (Figure 1).

## References

- Carr, R. K. 2010. Paleoecology of *Dunkleosteus terrelli* (Placodermi: Arthrodira). *Kirtlandia*, 57.
- Ghilardi, R. P. & Ribeiro, R. N. S. 2010. The briefing in paleodesign: Selection and arrangement of data for the reconstitution of paleovertebrates. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, 1, 1, 3.
- Heintz, A. 1932. The structure of Dinichthys: a contribution to our knowledge of the Arthrodira. *American Museum of Natural History*.
- Ibrahim, N., Sereno, P. C., Dal Sasso, C., Maganuco, S., Fabbri, M., Martill, DM., Zouhri, S., Myhrvold & N., Iurino, D. A. 2014. Semiaquatic adaptations in a giant predatory dinosaur. *Science*, 345, 1613-1616.
- Lamsdell, J. C., & Braddy, S. J. 2010. Cope's Rule and Romer's theory: patterns of diversity and gigantism in eurypterids and Palaeozoic vertebrates. *Biology Letters*, 6, 2, 265-269.
- Langerhans, R. B. & Reznick, D. N. 2010. Ecology and evolution of swimming performance in fishes: predicting evolution with biomechanics. *Fish locomotion: an etho-ecological perspective*, 200-248.
- Motani, R. 2002. Scaling effects in caudal fin propulsion and the speed of ichthyosaurs. *Nature*, 415, 6869, 309-312.
- Webb, P. W. 1975. Hydrodynamics and energetics of fish propulsion. *Bull. Fisheries Res. Board of Canada*, 190, 1-159.
- Webb, P. W. 1984. Body form, locomotion and foraging in aquatic vertebrates. *American zoologist*, 24, 1, 107-120.
- Witmer, L. M. 1995. The extant phylogenetic bracket and the importance of reconstructing soft tissues in fossils. *Functional morphology in vertebrate paleontology*; 1, 19-33.

## **Scientific illustration of *Plithocyon ursinus* using carbon dust technique**

### **Ilustración científica de *Plithocyon ursinus* mediante la técnica de polvo de grafito**

Cristina Sausor<sup>1\*</sup> & Daniel Hontecillas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Pirenaico de Ecología (IPE-CSIC), 22700, Jaca, España. \*cristina.sausor@gmail.com

<sup>2</sup>Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), José Gutiérrez Abascal, 2, 28006 Madrid, España.

**Palabras clave:** Ilustración, Fósil, Polvo de grafito, Hemicyonidae, *Plithocyon ursinus*

**Keywords:** Illustration, Fossil, Carbon dust, Hemicyonidae, *Plithocyon ursinus*

#### **Resumen**

Las ilustraciones de fósiles de vertebrados mediante técnicas tradicionales proporcionan, simplifican y enfatizan información relevante de los especímenes y facilitan a su vez la reconstrucción de la apariencia externa de los vertebrados extintos. El objetivo de este trabajo es ilustrar un cráneo fósil de *Plithocyon ursinus* Cope, 1875 (Ursoidea, Hemicyonidae) mediante la técnica del polvo de grafito

#### **Abstract**

Illustrations of vertebrate fossils using traditional techniques provide, simplify and emphasize important information about specimens and facilitate the reconstruction of the external appearance of extinct vertebrates. The aim of this paper is to illustrate a fossil skull of *Plithocyon ursinus* Cope, 1875 (Ursoidea, Hemicyonidae) using the carbon dust technique.

#### **1. Introducción**

A la hora de realizar una ilustración paleontológica hay que representar la morfología y los detalles taxonómicos, conservando las proporciones y dando una idea de la medida mediante una escala. Las deformaciones y/o fracturas que puedan afectar a la morfología original del resto fósil, como consecuencia de procesos tafonómicos, deben ser minimizados en aquellas ocasiones en las que el objetivo sea reconstruir el aspecto en vida del organismo. En el caso que nos ocupa, se han enfatizado las estructuras más importantes que estaban visiblemente atenuadas o deterioradas, debido al estado de preservación del fósil, además, de eliminarse imperfecciones de la superficie.

Las técnicas más comunes de ilustración de restos fósiles de vertebrados son aquellas que representan los valores tonales mediante líneas, puntos o sombreado. En este trabajo se ha utilizado

una técnica de ilustración tradicional denominada polvo de grafito en la que los valores tonales se representan mediante sombreado. Esta técnica fue desarrollada por Max Brödel y comenzó a utilizarse en ilustración médica y científica desde que, en 1921, se creara el departamento de ilustración médica de la Universidad de Johns Hopkins (Hodges, 2003).

Dentro de la ilustración científica de vertebrados fósiles, existen tres grandes grupos (Hodges, 2003): (1) Ilustraciones de restos fósiles (incluyendo aquellos con partes restauradas); (2) Ilustraciones mostrando la apariencia en vida del organismo; y (3) Ilustraciones paleoambientales.

En este trabajo se ha ilustrado y restaurado, en la medida de lo posible, el cráneo del hemiciónido del Mioceno medio de Santa Fé (Nuevo México), *Plithocyon ursinus* Cope, 1875. Los Hemicyonidae comprende un grupo extinto de carnívoros arctoideos con una distribución Holártica desde el Oligoceno superior hasta el Mioceno superior temprano, siendo muy comunes en Eurasia (Mayet, 1908; Colbert, 1939; Ginsburg, 1961, 1980; Qiu *et al.*, 1986; Ginsburg & Morales, 1998; Kordikova *et al.*, 2000; Bonis, 2013; Abella *et al.*, 2014), Norte América (Frick, 1926; Colbert, 1941; Tedford & Frailey, 1976; Hunt, 1998; Samuels *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2009), y África (Hendey, 1980; Morales *et al.*, 2005; Werdelin & Peigné, 2010). Durante bastante tiempo los hemiciónidos y otro grupo de carnívoros contemporáneos, los anficiónidos (Hunt, 2002; Morales *et al.*, 2015), fueron clasificados como cánidos debido al frecuente uso que se hizo de la dentición, a la hora de establecer relaciones (Hunt, 1998). Pero no sería hasta 1997, cuando M. C. McKenna y S. K. Bell publican una clasificación de mamíferos en la que la subfamilia Hemicyoninae (Frick, 1926), adquiere también el rango de familia Hemicyonidae Tedford (actualmente la familia está dividida en las subfamilias Hemicyoninae, Phoberocyoninae (Ginsburg & Morales, 1995) y en la tribu Cephalogalini (Bonis, 2013))y queda incluida en la superfamilia Ursoidea (Fischer, 1814).

## 2. Material y métodos

El resto fósil ilustrado (Figura 1A), es el cráneo del neotipo de *P. ursinus*, A.M. 21101 en vista lateral derecha, que se encuentra depositado en la colección de Mamíferos Fósiles del American Museum of Natural History (Nueva York, Estados Unidos). El material de comparación procede de las colecciones de anatomía comparada del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid-CSIC (ejemplar macho de *Canis lupus* MNCN 16150; ejemplar macho de *Ursus arctos* MNCN 11272) y material inédito de hemiciónidos del yacimiento de Manchones (Zaragoza, España) depositado en este mismo museo.

Las herramientas utilizadas fueron lápices de grafito de distinta dureza (2H, HB y 2B) de Faber-Castell, grafito en polvo, pinceles de varios tamaños, goma de borrar moldeable de Faber-Castell y difumino de Milan. La superficie sobre la que se realizó la ilustración fue papel de grano fino Schoeller Durex y al terminar el dibujo se usó un spray fijador para carboncillos y pasteles de Conté à Paris. Por último, la ilustración se escaneó con un escáner Epson Perfection V39 y se mejoró la calidad de la imagen con la ayuda de Adobe Photoshop CS6.

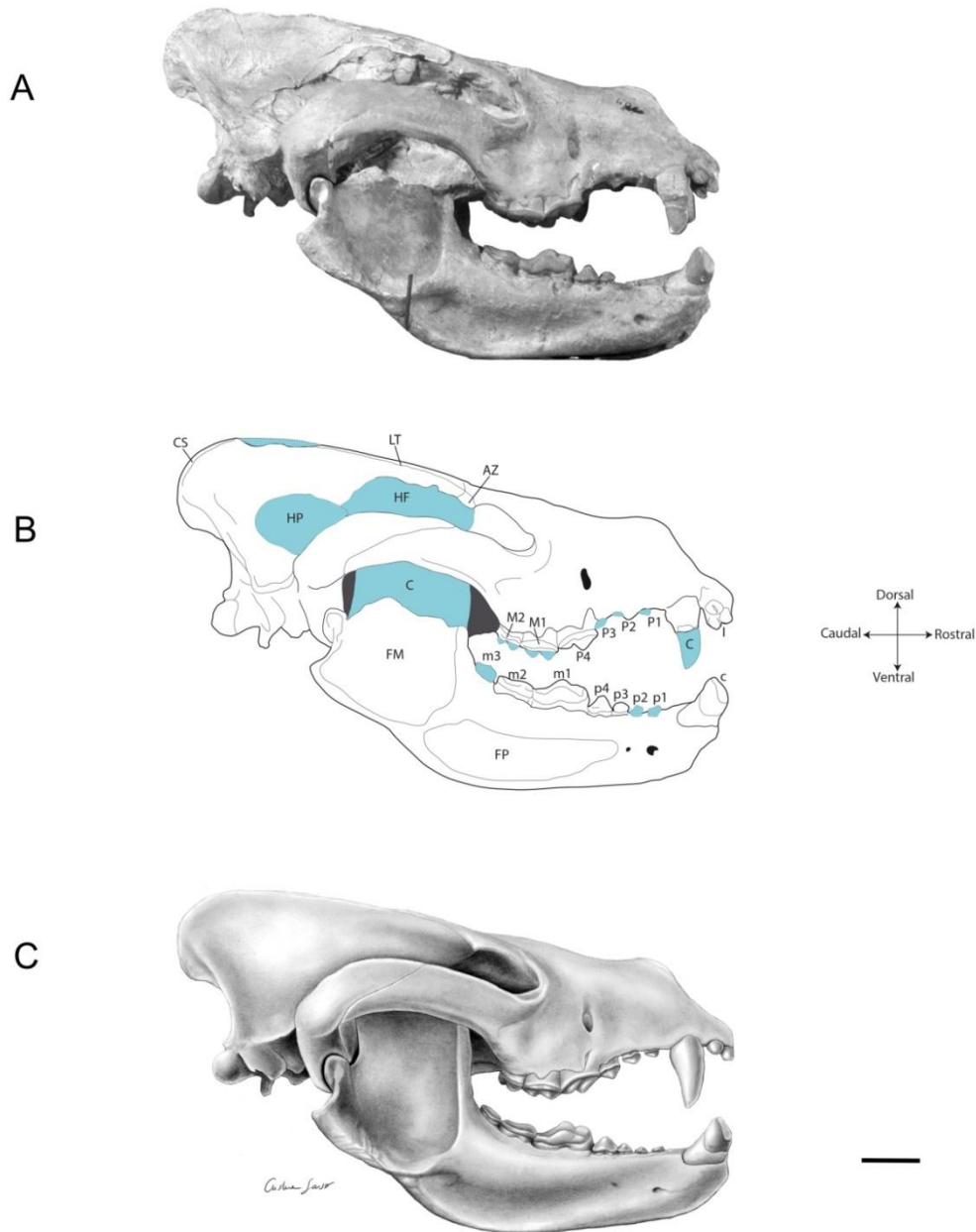
Para la realización de la ilustración primero se dibujó con lápiz el contorno del cráneo así como las estructuras que se querían representar con un trazo débil. Para el sombreado se aplicó el polvo de grafito con un pincel seco, retirando el exceso antes de cada trazo. A continuación, se repitió el proceso mediante la aplicación de sucesivas capas de grafito. Una vez obtenido el valor tonal correspondiente a la zona representada, se enfatizaron determinadas zonas oscuras con los lápices HB y 2B (sombras) y se resaltaron las zonas iluminadas borrando el grafito. Finalmente se modificaron digitalmente los niveles, se limpiaron imperfecciones, se homogeneizó el fondo y se destacaron las zonas de luz y sombra con la herramienta pincel en modo sobreexponer y subexponer, respectivamente.

Las partes reconstruidas fueron (Figura 1B): (1) la parte dorso-rostral de la cresta sagital externa y la parte más caudal de la línea temporal del hueso frontal; (2) la parte más ventro-rostral del hueso frontal, bajo la apófisis zigomática de este hueso; (3) se atenuaron las grietas existentes en el hueso parietal y se restituyó su zona más rostral deformada; (4) en la dentición superior se añadieron el P1 y P3, y se completó la morfología del P2; (5) se reconstruyeron las cúspides principales desgastadas del trigono (paracono y metacono) del M1 y el M2; (6) el C se reconstruyó hasta, aproximadamente, la altura del canino izquierdo; (7) en la dentición inferior se añadieron el p1 y p2, en la posición exacta indicada por sus alveolos; (8) se añadió el m3, prácticamente al inicio de la rama ascendente de la mandíbula, con una cierta inclinación en sentido rostral, con respecto al m2, como muestra la posición de sus alveolos; y (9) se reconstruyó gran parte del coronoides y de la fosa masetérica.

### 3. Resultados y Discusión

En la ilustración final (Figura 1C) de *P. ursinus* se representa la forma, el volumen y las proporciones de las distintas estructuras, así como algunos caracteres diagnósticos de Hemicyonidae: (1) la importante proyección lateral de las crestas nucales; (2) la gran extensión dorsal de los huesos frontales, hacia la región caudal; (3) la ausencia del M3; y (4) el desarrollo de una fosa premasetérica.

La técnica del polvo de grafito es muy interesante para obtener de manera rápida, sencilla y económica, ilustraciones tridimensionales en las que se pueden representar de forma muy precisa los fósiles de vertebrados. Además, esta técnica resulta bastante útil en medios editoriales al evitar el uso de color.



**Figura 1.** A) Fotografía del cráneo del neotipo de *Plithocyon ursinus* Cope, 1875, A.M. 21101, de Santa Fé, Nuevo México; B) Ilustración del mismo espécimen mostrando las partes reconstruidas. **Abreviaturas:** AZ, apófisis zigomática del hueso frontal; C, coronoides; CS, cresta externa sagital; FM, fosa masetérica; FP, fosa premasetérica; HF, hueso frontal; HP, hueso parietal; LT, línea temporal del hueso frontal; 3) Ilustración del ejemplar en polvo de grafito. La escala representa 40 mm.

Muchas de las ilustraciones en revistas especializadas, museos o libros, se centran en la reconstrucción de la apariencia externa del animal extinto. No obstante, hay que señalar la importancia de las ilustraciones de los restos fósiles, ya que habitualmente, en ellos encontramos deformaciones o fracturas producidas durante las fases tafonómicas, lo que puede dificultar su estudio. Al eliminar estos defectos, la representación que se obtiene del ejemplar, proporciona información de forma más clara que una fotografía (siempre y cuando la reconstrucción sea fiel al original). Lo que facilita a su vez la realización de ilustraciones de la apariencia en vida del organismo.

### Agradecimientos

C.S. y D.H. agradecen a Judy Galkin (AMNH) por haber tenido la posibilidad de fotografiar el espécimen de *P. ursinus*, a Oscar Sanisidro (MNCN-CSIC) por ceder dichas fotografías para su posterior ilustración, al MNCN-CSIC por tener acceso a sus colecciones de anatomía comparada, y a Susana Fraile (MNCN-CSIC) por permitirnos ver el material de Manchones. D.H. es un investigador en formación del programa FPU2013 concedido por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España.

### Referencias

Abella, J., Montoya, P., Morales, J. 2014. Paleodiversity of the Superfamily Ursoidea (Carnivora, Mammalia) in the Spanish Neogene, related to environmental changes. *Journal of Iberian Geology*, 40, 11-18.

Bonis, L. de 2013. Ursidae (Mammalia, Carnivora) from the Late Oligocene of the “Phosphorites du Query” (France) and a reappraisal of the genus *Cephalogale* Geoffroy, 1862. *Geodiversitas*, 35, 787-814.

Colbert, E.H. 1939. Carnivora of the Tung Gur Formation of Mongolia. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York, 76, 47-81.

Colbert, E.H. 1941. The Ancestral Ursid, *Hemicyon*, in Nebraska. *Bulletin of the University of Nebraska State Museum*, 2, 49-57.

Cope, E. D. 1875. Report on the geology of that part of northwestern New Mexico examined during the field season of 1874. In: *Annual Report upon the Geographical Explorations and Surveys West of the One-hundredth Meridian, in California, Nevada, Nebraska, Utah, Arizona, Colorado, New Mexico, Wyoming and Montana*. (eds. Wheeler, G. M.) Washington D.C., Appendix LL, Annual Report, Chief of Engineers for 1875, Appendix G1, 61–97.

Fischer, G. 1814. *Zoognosia tabulis synopticis illustrata*. N. S. Vsevolozsky (ed.), Vol. 3, 3rd ed., Moscow, 732 pp.

Frick, C. 1926. The Hemicyoninae and an American Tertiary Bear. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 56, 1-119.

Ginsburg, L. 1961. La faune des Carnivores miocènes de Sansan. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris C, 9, 1-190.

Ginsburg, L., 1980. *Plithocyon bruneti* nov. sp., Hemicyoninae (Ursidae, Carnivora, Mammalia) du Miocène de France. *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, 6, 232-235.

Ginsburg, L., Morales, J. 1995. *Zaragocyon daamsi* n. gen. sp. nov., Ursidae primitif du Miocène inférieur d'Espagne. *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 321, 811-815.

Ginsburg, L., Morales, J. 1998. Les Hemicyoninae (Ursidae, Carnivora, Mammalia) et les formes apparentées du Miocène inférieur et moyen d'Europe occidentale. *Annales de paléontologie*, 84, 71-123.

Hendey, Q.B. 1980. *Agriotherium* (Mammalia, Ursidae) from Langebaanweg, South Africa, and relationships of the genus. *Annals of the South African Museum*, 81, 1-109.

Hodges, E. R. S. 2003. *The Guild Handbook of Scientific Illustration*, John Wiley & Sons, New Jersey, 623pp.

Hunt, R. M., Jr., 1998. 10 Ursidae. In: *Evolution of Tertiary Mammals of North America: Terrestrial carnivores, ungulates, and ungulatelike mammals*. (eds. Janis, C. M., Scott, K. M. & Jacobs, L. L.) Cambridge University Press, 1, 174-195.

Hunt, R. M., Jr., 2002. Intercontinental Migration of Neogene Amphicyonids (Mammalia, Carnivora): Appearance of the Eurasian Beardog *Ysengrinia* in North America. *American Museum Novitates*, 1-53.

Kordikova, E. G., Heizmann, E. P. J., Mavrin, A. V. 2000. Early Miocene Carnivora of Aktau Mountains, South Eastern Kazakhstan. *Paläontologische Zeitschrift*, 74, 195-204.

Mayet, L. 1908. Étude des mammifères miocènes des Sables de l'Orléanais et des Faluns de la Touraine. *Annales de L'Université de Lyon*, 24, 1-336.

Mckenna, M.C., Bell, S.K. 1997. *Classification of Mammals Above the Species Level*. Columbia University Press, New York, 631 pp.

Morales, J., Pickford, M., Soria, D. 2005. Carnivores from the Late Miocene and Basal Pliocene of the Tugen Hills, Kenya. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 18, 39-61.

Morales, J., Cantalapiedra J.L., Valenciano, A., Hontecillas, D., Fraile, S., García Yelo, B.A., Montoya, P., Abella, J. 2015. The fossil record of the Neogene Carnivore Mammals from Spain. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 95, 373-386.

Qiu, Z., Yan, D.F., Sun, J.H.B. 1986. The large-sized ursid fossils from Shanwang, Shandong. *Vertebrata Palasiatica*, 24, 182-192.



Samuels, J. X., Meachen-Samuels, J. A., Gensler, P. A. 2009. The first mid-Blancan occurrence of *Agriotherium* (Ursidae) in North America: a record from Hagerman fossil beds National Monument, Idaho. *Journal of Paleontology*, 83, 597-603.

Tedford, R. H., Frailey, D. 1976. Review of some Carnivora (Mammalia) from the Thomas Farm local fauna (Hemingfordian: Gilchrist County, Florida). *American Museum Novitates*, no. 2610, 1-9.

Wang, X., Hunt, R. M., Jr., Tedford, R. H., Lander, E. B. 2009. First record of immigrant *Phoberogale* (Mammalia, Ursidae, Carnivora) from Southern California. *GEODIVERSITAS*, 31, 753-773.

Werdelin, L., Peigné, S. 2010. 32: Carnivora. In: *Cenozoic Mammals of Africa* (eds. Werdelin, L. & Sanders, W.J.) University of California Press, 603-657.

**Paleorreconstrucción osteológica del cráneo de *Lohuecosuchus megadontos*  
(Crocodyliformes, Eusuchia. Cretácico Superior).**

**Osteological palaeoreconstruction of *Lohuecosuchus megadontos* skull.  
(Crocodyliformes, Eusuchia. Late Cretaceous)**

Eloy Manzanero<sup>1\*</sup>, David Martín-Perea<sup>2</sup>, Daniel Vidal<sup>3</sup> & Iván Narváez<sup>1</sup>

1 Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNED. C/Senda del Rey, 9, 28040, Madrid, Spain. \*eloy5323@gmail.com

2 Departamento de Paleontología Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C/José Antonio Novais, 12, 28040, Madrid, Spain.

3 Unidad de Paleontología. Universidad Autónoma de Madrid. C/Darwin, 2, 28049, Madrid, Spain.

**Palabras clave:** Lo Hueco, Crocodylomorpha, Retrodeformación, Anatomía comparada, Paleoilustración.

**Keywords:** Lo Hueco, Crocodylomorpha, Retrodeformation, Comparative Anatomy, Palaeoillustration.

## **Resumen**

En los últimos años, los medios digitales han potenciado el interés de todos los públicos por la expresión artística de los hallazgos paleontológicos con especial atención a los nuevos descubrimientos, cuya demanda se ha retroalimentado gracias a una creciente cantera de nuevos paleoartistas. En el presente trabajo se parte del cráneo que constituye el holotipo de un cocodrilo moderno basal recientemente descrito en el yacimiento del Cretácico Superior de Lo Hueco (Fuentes, Cuenca) para realizar una propuesta de paleorreconstrucción. El ejemplar tipo de *Lohuecosuchus megadontos* presenta un cráneo prácticamente completo, con algunas deformaciones derivadas probablemente de una compresión dorso-ventral y lateral. A partir de la realización de captura 3D mediante fotogrametría de la superficie del fósil y una retrodeformación de la malla obtenida, se propone la recuperación de la morfología original del cráneo con la ayuda de la información procedente de ejemplares filogenéticamente cercanos. Este trabajo pretende exponer una metodología útil para todo interesado en reconstruir la apariencia en vida de esta especie, además de fomentar la difusión de los descubrimientos del yacimiento de Lo Hueco.

## **Abstract**

In recent years, digital media have boosted the interest of the audience for artistic expressions of paleontological findings with special attention to the new discoveries, whose demand has been fed

back thanks to a growing pool of new palaeoartists. In the present work, the holotype skull of a basal modern crocodile recently described from the Late Cretaceous of Lo Hueco (Fuentes, Cuenca) is used to make a proposal of palaeoreconstruction. The type specimen of *Lohuecosuchus megadontos* is an almost complete skull, with some deformations probably derived from a dorsoventral and lateral compression. After performing 3D capture of the fossil surface by photogrammetry and the retrodeformation of the obtained mesh, it is proposed the recovering of the original morphology of the skull with the help of information from phylogenetically close specimens. This work aims to present a useful methodology for everyone interested in reconstructing the living appearance of this species, and to promote the dissemination of findings from the fossil site of Lo Hueco.

## 1. Introducción

*Lohuecosuchus megadontos* Narváez, Brochu, Escaso, Pérez-García, Ortega, 2015, es un cocodrilo eusuquio alodaposúquido del Cretácico Superior (Campaniense Superior-Maastrichtiense Inferior) de gran interés en el conocimiento de la paleobiogeografía de este grupo y de la historia evolutiva temprana de los cocodrilos modernos (Eusuchia). Esta relevancia se basa en primer término en que representa uno de los cráneos más completos que se conocen de Allodaposuchidae, clado bien conocido gracias a los hallazgos del Campaniense-Maastrichtiense de Europa publicados en las últimas dos décadas (Narváez et al., 2015) y que podría constituir el grupo hermano de todos los cocodrilos con representación en la actualidad (Crocodylia) (*sensu* Narváez, 2015).

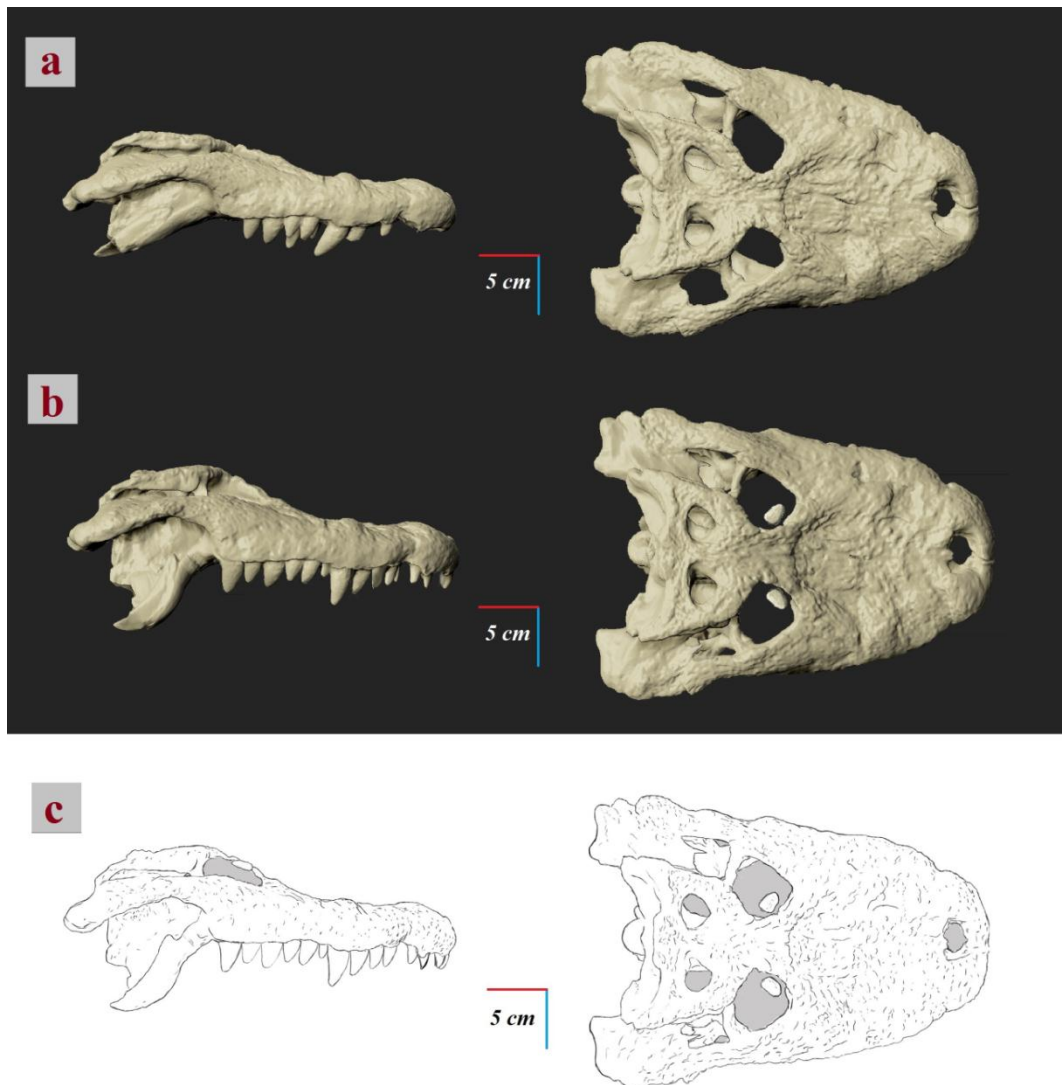
El cráneo de *Lohuecosuchus megadontos* presenta un diseño moderno con el paladar secundario formado hasta el borde posterior del cráneo, la región rostral aplastada y la región occipital verticalizada. Sin embargo, resulta especialmente interesante debido a su singular morfología, ya que está muy ensanchado y presenta una dentición hipertrofiada que deforma parcialmente el borde craneal. Además, como ocurre con el resto de los alodaposúquidos, la zona postorbitaria y la vista occipital muestran estructuras que no están presentes en los cocodrilos actuales, como el canal craneocuartado abierto. Por lo tanto, el cráneo de *L. megadontos*, resulta llamativo tanto desde el punto de vista de la morfometría en Crocodylomorpha, como desde el ámbito de la paleorreconstrucción artística, contribuyendo a inferir aspectos morfológicos (Ansón & Hernández-Fernández, 2013).

## 2. Material y Métodos

La serie tipo de *L. megadontos* incluye un holotipo y cuatro paratipos procedentes del yacimiento de Lo Hueco (Fuentes, Cuenca). Tanto el holotipo HUE-04498 (el cráneo más completo de la serie

asociado a una rama mandibular derecha), como el paratipo HUE-02920 (un cráneo casi completo que carece de la mayor parte de los pterigoides) han experimentado ciertas deformaciones fosildiagnéticas. El paratipo HUE-04623 consiste en la región palatal de un cráneo incompleto y los paratipos HUE-04378 y HUE-05161 son una rama mandibular izquierda y una derecha respectivamente (Narváez et al., 2015). Esto implica que, a pesar de contar con una representación más abundante de la que es habitual en cocodrilos afines finicretácicos, la combinación del material disponible no permite acceder a la morfología original de los ejemplares originales y por ello resulta interesante intentar revertir la distorsión de los ejemplares.

Para conseguir esta reversión se ha procedido a realizar una fotogrametría del ejemplar mediante Agisoft Photoscan (Figura 1a) y mediante el programa ZBrush 4R6 se ha retrodeformado el modelo 3D del holotipo HUE-04498 (Figura 1b).



**Figura 1:** a. Captura 3D mediante fotogrametría de la superficie de HUE-04498; b. Retrodeformación de la captura 3D de HUE-04498; c. Dibujo lineal interpretativo de la retrodeformación de HUE-04498.

Aunque se intuyen las direcciones de deformación, la retrodeformación mediante métodos basados exclusivamente en la simetría bilateral (Tschopp *et al.*, 2012) ha resultado ineficaz debido a que arroja una imagen poco fiable, por lo que se ha recurrido a la anatomía comparada para completar el proceso. Para ello, el holotipo de *Lohuecosuchus megadontos* se ha comparado con muestras craneales de *Paleosuchus palpebrosus* (MACV-6139), *Caiman crocodilus* (MACV-6612), *Alligator mississippiensis* (HL-AL022, MACV-2697, MNHN-ZA-AC 1910-17, MNHN-ZA-AC 1910-17), *Crocodylus niloticus* (MACV-6138), *Gavialis cf. bengawanicus* (DMR-KS-201202-1), *Gavialis gangeticus* (MNHN-ZA-AC 1944-250) y *Lohuecosuchus mechinorum* (MDE/CM-616) (Holliday, 2011; Martin *et al.*, 2012, Narváez *et al.*, 2015).

### 3. Discusión

La morfología de los cráneos de los cocodrilos actuales está relacionada con su adaptación ecológica (Pearcy, 2011), aún en mayor medida que con sus relaciones filogenéticas, pudiéndose establecer correlaciones entre varios parámetros anatómicos (Pierce *et al.*, 2008). Conway *et al.* (2012) ejemplifican la utilidad de comprobar los métodos interpretativos de la anatomía comparada en especies existentes. En el presente trabajo, se ha comprobado que las correlaciones de Pierce *et al.* (2008) fallan al intentar predecir las dimensiones ya conocidas en las muestras craneales de *Paleosuchus*, *Caiman*, *Alligator* y *Crocodylus*. En cualquier caso, los análisis morfométricos anteriores no incluyen formas primitivas de Eusuchia, como *L. megadontos*.

Wilberg (2012) caracteriza la silueta de 131 individuos que podrían representar hasta 131 especies de Crocodylomorpha (cuatro sólo diagnosticados a nivel de género), cuya disparidad morfológica también parece estar muy influenciada por la adaptación ecológica. En el presente estudio, se interpreta que el cráneo de *L. megadontos* es afín al morfotipo mesorrostrino generalizadamente corto (Wilberg, 2012), al igual que el alodaposúquido (*sensu* Narváez *et al.*, 2015) *Allodaposuchus precedens* Nopcsa, 1928 (*sensu* Buscalioni *et al.*, 2001) incluido por Wilberg (2012) en su análisis. Este último taxón podría ser un buen referente anatómico por sus similitudes morfológicas. No obstante, debe utilizarse con cautela debido a su actual estatus filogenético, que cuestiona la pertenencia del material procedente del oeste de Europa al género *Allodaposuchus* (Narváez, 2015). La proximidad filogenética también invita a utilizar como referente el holotipo de *Lohuecosuchus mechinorum* (Narváez *et al.*, 2015). No obstante, además de presentar una fuerte deformación, su cráneo no es tan mesorrostrino de acuerdo con la descripción de los morfotipos de Wilberg (2012), y presenta un perfil mucho más triangular que el de *L. megadontos*.

Ningún individuo de *Lohuecosuchus* presenta palpebrales. Su ausencia es causada con frecuencia por la dificultad de preservación de estos elementos óseos cuando no se encuentran fusionados al

cráneo, como es común en los Crocodylia actuales. Aunque en Crocodylomorpha el número de palpebrales es variable, la presencia de un solo par es plesiomórfica en Eusuchia (Nesbitt et al., 2013). Algunos cocodrilos actuales (*Palaeosuchus* y *Osteolaemus*) y muchos crocodiliformes más primitivos (como *Sebecus* o *Simosuchus*) poseen palpebrales particularmente grandes que se han relacionado con ser formas terrestres (Nesbitt et al., 2013). No se conocen tales adaptaciones al medio terrestre en *L. megadontos* ni las órbitas tienen una silueta relativamente alta en una vista lateral del cráneo como en las formas con grandes palpebrales, por lo que, para esta reconstrucción, se han tomado como referencia los de *Alligator mississippiensis* (Holliday, 2011) eusuquio de órbitas similares, mesorrostrino y con cráneo corto (*sensu* Wilberg, 2012).

Para reconstruir la orientación y el tamaño de los dientes ausentes en el holotipo HUE-04498 se ha utilizado como criterio la perpendicularidad y el perímetro de los alveolos, que también han sido complementados con los de los paratipos HUE-02920 y HUE-04263 (Narváez et al., 2015).

#### 4. Consideraciones

La descripción de la metodología utilizada en una paleorreconstrucción, optimiza su finalidad divulgativa y su utilidad como referencia para las reconstrucciones de otros autores (Figura 1b,c), ya que permite valorar la representación interpretativa de una imagen y su semejanza con la entidad natural que la produjo (Mitchell, 1999), pues está sujeta a las limitaciones del registro fósil y los trabajos tomados como referencia (Vidal, 2015). En el caso concreto de esta hipótesis de reconstrucción, como en cualquier hipótesis, el hallazgo de nuevas evidencias o estudios morfométricos más profundos podrían alterar la percepción de la imagen del cráneo de *L. megadontos*, basada en pocos individuos que no permiten un control exhaustivo de la variabilidad intraespecífica o debida al dimorfismo sexual o la ontogenia.

#### Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a las aportaciones de ambos revisores (A. Blanco y revisor anónimo), que han ayudado a mejorar sustancialmente este trabajo. Futuros trabajos tendrán en cuenta también la sugerencia personal de E. Tschopp, destinados a mejorar la metodología utilizada. También agradecemos la cooperación de M. Padilla Cano, quien gustosamente, facilitó el acceso a las colecciones de esqueletos del Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, Madrid.

#### Abreviaturas institucionales

DMR-KS (Khok Sung Collection, Department of Mineral Resources, Bangkok, Tailandia), HL (Holliday Lab, Department of Pathology and Anatomical Sciences, University of Missouri School

of Medicine, Columbia, Missouri, Estados Unidos), HUE, Colección Lo Hueco, Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha, Cuenca, España), MACV (Museo de Anatomía Comparada de Vertebrados, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España), MDE/CM, (Musée des Dinosaurés/Collection Mechin, Espéraza, Aude, Francia), MNHN (Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, Francia).

## Referencias

- Ansón, M. & Hernández-Fernández, M. 2013. *Artistic reconstruction of the appearance of Prosantorhinus Heissig, 1974, the teleoceratine rhinoceros from the Middle Miocene of Somosaguas. Spanish Journal of Palaeontology*, 28(1), 43-54.
- Buscalioni, A. D., Ortega, F., Weishampel, D., & Jianu, C. M. 2001. A revision of the crocodyliform *Allodaposuchus precedens* from the Upper Cretaceous of the Hateg basin, Romania. Its relevance in the phylogeny of Eusuchia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 21(1), 74–86.
- Conway, J., Kosemen, C.M. & Naish, D. 2012. *All Yesterdays: Unique and Speculative Views of Dinosaurs and Other Prehistoric Animals*. Irregular Books, 100 pp.
- Holliday, C. M. 2011. 3D *Alligator* Adult Skull. Vertebrate Functional Morphology & Evolution. University of Missouri. <http://hollidaylab.com/>
- Martin, J. E., Buffetaut, E., Naksri, W., Lauprasert, K. & Claude, J. 2012 *Gavialis* from the Pleistocene of Thailand and Its Relevance for Drainage Connections from India to Java. *PLoS ONE*, 7 (9), e44541.
- Mitchell, W. T. J. 1999. *The Last Dinosaur Book*. University of Chicago Press, 329 pp.
- Narváez, I. 2015. *Eusuchia (Crocodyliformes) basales del Cretácico Superior Ibérico. Análisis de la radiación de los cocodrilos modernos en Europa*. PhD Thesis, Universidad Autónoma de Madrid.
- Narváez, I., Brochu, C. A., Escaso, F., Pérez-García, A. & Ortega, F. 2015. New Crocodyliforms from Southwestern Europe and Definition of a Diverse Clade of European Late Cretaceous Basal Eusuchians. *PLoS ONE*, 10(11), E014679.
- Nesbitt, S. J., Turner, A. H. & Weinbaum, J. C. 2013. A survey of skeletal elements in the orbit of Pseudosuchia and the origin of the crocodilian palpebral. *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 103, 365-381
- Nopcsa F. 1928. Paleontological notes on Reptilia. 7. Classification of the Crocodilia. *Geologica Hungarica, Series Palaeontologica*, 1, 75–84.
- Pearcy, A. 2011. *Implication of Skull Shape for the Ecology and Conservation Biology of Crocodiles*. PhD Thesis, Leiden University.

Pierce, S. E., Angielczyk, K. D. & Rayfield, E. J. 2008. Patterns of Morphospace Occupation and Performance in Extant Crocodilian Skulls: A Combined Geometric Morphometric and Finite Element Modeling Approach. *Journal of Morphology*, 269, 840-864.

Tschopp, E., Russo, J. & Dzemski, G. 2013. Retrodeformation as a test for the validity of phylogenetic characters: an example from diplodocid sauropod vertebrae. *Palaeontologia Electronica*, 16(1), 2T, 23p.

Vidal, D. 2015. The scientific relevance of paleoimagery: popularizing and generating hypothesis on primeval worlds. In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 253-254.

Wilberg, E. W. 2012. *Phylogenetic and morphometric assessment of the evolution of the longirostrine crocodylomorphs*. PhD Thesis, University of Iowa.



**Paleogeomorfología y registro paleoflorístico en la  
paleorreconstrucción artística de los yacimientos de Somosaguas  
Palaeogeomorphology and palaeofloristic record in the artistic  
paleorestoration of the Somosaguas site**

Eloy Manzanero<sup>1\*</sup>, Daniel Alonso-Torres<sup>2</sup>, David Martín-Perea<sup>3</sup> & Omid Fesharaki<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Biología Evolutiva, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, Madrid, Spain. \* Email: eloy5323@gmail.com

<sup>2</sup> Department of Geosciences, University of Calgary, 2500 University Dr. N.W. Calgary, Alberta, Canada. T2N 1N4. \*Email: dalonsot@ucalgary.ca

<sup>3</sup> Departamento de Geodinámica, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. \*Email: davidmam@ucm.es

<sup>4</sup> Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid. C/ José Antonio Novais 12, 28040 Madrid. \*Email: omidfesh@ucm.es

**Palabras clave:** Aragoniense, Divulgación Científica, Madrid, Mioceno medio, Paleorreconstrucción.

**Keywords:** Aragonian, Scientific Outreach, Madrid, Middle Miocene, Palaeorestoration.

### **Resumen**

El arte, como actividad estética y comunicativa, puede favorecer la expresión de la información científica, siendo destacable su relación con la Paleontología. En este trabajo se presenta el aspecto que pudo tener hace 14 Ma la región donde hoy en día se encuentran los yacimientos paleontológicos de Somosaguas (Madrid). Se presta especial atención a los rasgos geológicos y paleoflorísticos descritos en trabajos de investigación previos, y se destaca la importancia de que las paleorreconstrucciones artísticas recojan este tipo de información científica además de la faunística.

### **Abstract**

Art, as an aesthetic and communicative activity, can promote the expression of scientific information, being remarkable its relationship with Palaeontology. In this study, the Somosaguas (Madrid, Spain) palaeontological site palaeolandscape is depicted. Special attention to geological and palaeobotanical features, described in

previous researches, is given; and it is highlighted the importance of geological and palaeobotanical in addition to faunistic information in artistic palaeorestoration works.

## **1. Introducción**

Los yacimientos de Somosaguas, localizados en el municipio de Pozuelo de Alarcón (Madrid), han sido intensamente estudiados (Fesharaki, 2016). Hasta el momento su fauna ha sido objeto de diversas paleorreconstrucciones artísticas (Pérez-González en Web1; Ansón & Hernández Fernández, 2013) y de trabajos divulgativos basados en la reconstrucción del paleoambiente (mural y diorama de Somosaguas descritos en Benítez-López *et al.*, 2009 y De la Ossa *et al.*, 2012), en los que la fauna y flora incluidas se concretan a nivel de género. Las paleorreconstrucciones pueden ayudar al proceso de transmisión del discurso científico (Sanisidro *et al.*, 2015). En este trabajo se muestra la paleorreconstrucción como medio para reflejar en detalle el contexto paleoflorístico y paleogeomorfológico de estos yacimientos.

Los fósiles de este yacimiento, datados en 14 millones de años, pertenecen al Mioceno medio (Hernández Fernández *et al.*, 2006). Los sedimentos donde se encuentran fueron depositados en una llanura lutítica situada en la zona distal de un abanico aluvial y en las proximidades de una zona encharcada (Díez-Canseco *et al.*, 2012). La sucesión estratigráfica estudiada en Somosaguas está formada por 12 tramos, estando el tramo T-5 en la base, y el T6 a techo de la misma (Fesharaki, 2016 y citas interiores; Figura 1a).

## **2. Contexto Paleoambiental**

El análisis del registro paleontológico y sedimentario, y de los resultados geoquímicos previos en los yacimientos de Somosaguas, ha sido crucial para inferir las condiciones paleoambientales y paleoclimáticas. Todos estos estudios apuntan a un ambiente de sabana tropical, que ocuparía toda la Península Ibérica, con parches de vegetación y bosques galería cerca de los cursos de agua más perennes (Hernández Fernández *et al.*, 2006; García Yelo *et al.*, 2014). Además, se observa una caída de las temperaturas de aproximadamente 10°C y una tendencia clara hacia el aumento de la aridez en la sucesión sedimentaria de los yacimientos de Somosaguas, interpretado como la principal causa de la gran mortandad juvenil inferida (Domingo *et al.*, 2009; Manzanero & Hernández Fernández, 2014; Fesharaki *et al.*, 2015; Menéndez *et al.*, 2015, entre otros).

### 3. Métodos

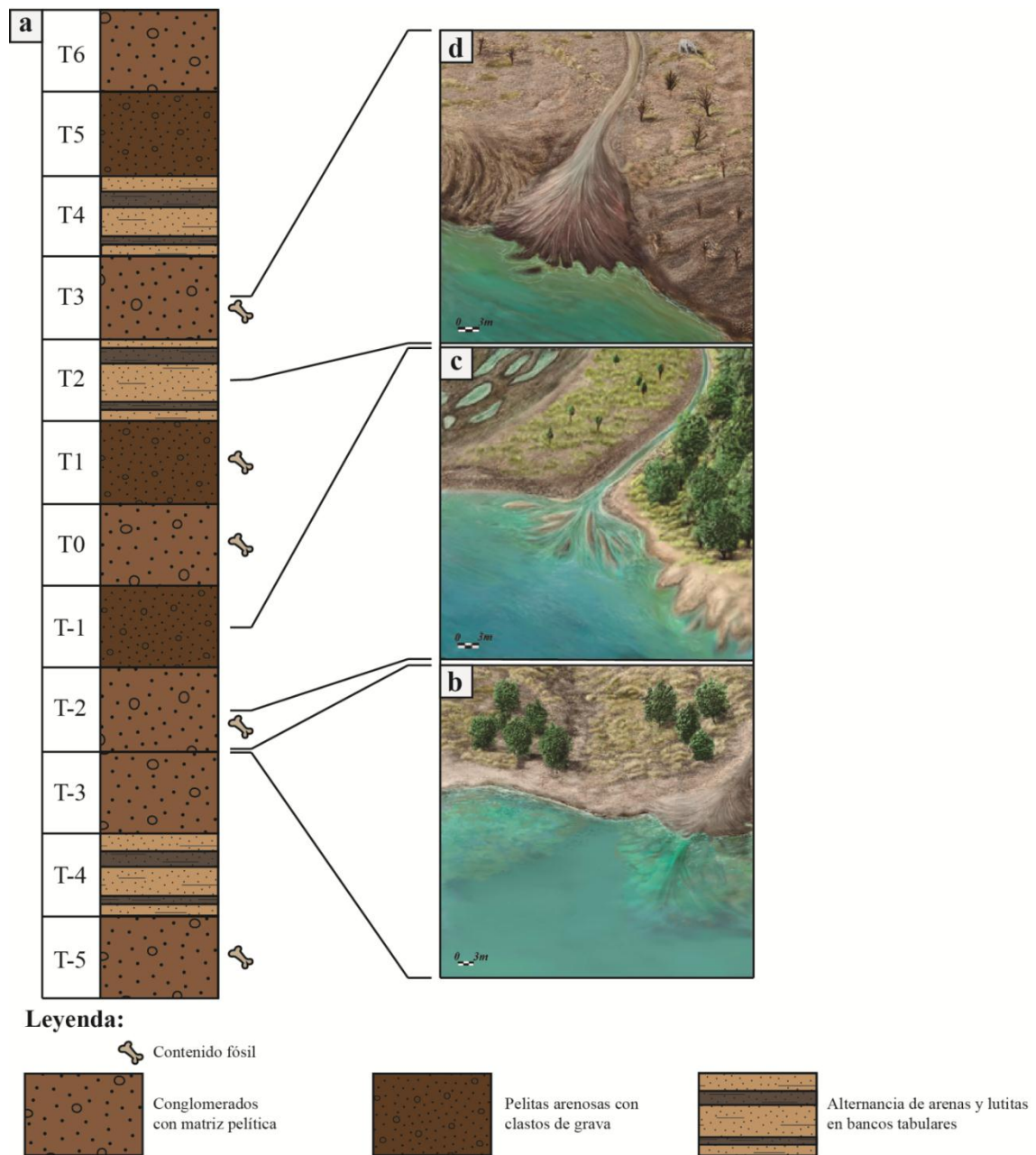
La paleorreconstrucción realizada ha seguido la metodología propuesta por Martín-Perea & Uribe Larrea (2016). Los datos geológicos y paleontológicos en los que se apoya esta paleorreconstrucción están incluidos en los trabajos de Fernández-Marrón *et al.* (2004), Hernández Fernández *et al.* (2006), Díez-Canseco *et al.* (2012), Fesharaki *et al.* (2015) y Alonso-Torres *et al.* (en prep.). Se han realizado un total de tres ilustraciones científicas. Como técnica artística se ha empleado el dibujo digital mediante el programa Paint Tool Sai.

### 4. Paleogeomorfología

La Figura 1a muestra la columna estratigráfica sintética de los yacimientos de Somosaguas, con objeto de situar cronológicamente las tres ilustraciones (Figuras 1b, 1c y 1d) realizadas. Estas reconstrucciones ilustran tres instantes de sedimentación seleccionados por ser representativos del paisaje y la evolución paleogeomorfológica de estos yacimientos.

En la Figura 1b se representa la interpretación del entorno de estos yacimientos tras la sedimentación del tramo T-3. A la izquierda de la imagen, correspondiente al área occidental de los yacimientos, se muestra una zona somera en una laguna efímera, con los vestigios de un lóbulo de desembocadura depositado en dirección 90°E (Díez-Canseco *et al.*, 2012). El escarpe del borde de la laguna se generó por una superficie escalonada asociada a erosión diferencial tras la sedimentación del tramo T-3 (según correlación de Alonso-Torres *et al.*, en prep.). El otro cuerpo sedimentario que se observa en la imagen, en la región oriental, representa un lóbulo de desembocadura activo durante la sedimentación de T-2 y T-1, con dirección 180°E (Díez-Canseco *et al.*, 2012) y alimentado por un canal fluvial al norte de la laguna. En el centro de la imagen se interpreta, por falta de control litoestratigráfico, una zona ligeramente deprimida derivada en la intersección de ambos lóbulos.

La Figura 1c representa el momento de la sedimentación de los últimos niveles del tramo T-2 y el inicio del tramo T-1. Los sondeos muestran pelitas de facies lacustres que permiten interpretar una zona encharcada en el área oriental del yacimiento. Este encharcamiento sería periódico por la variación del nivel de base de la laguna. La



**Figura 1:** **a)** Columna estratigráfica sintética de los tramos de los yacimientos de Somosaguas, con indicación de los tres momentos en la evolución ambiental registrados en la sucesión sedimentaria; **b)** Ilustración que representa la interpretación ambiental tras la sedimentación del tramo T-3; **c)** Ilustración que representa la interpretación ambiental de la sedimentación entre los tramos T-2 y T-1; **d)** Ilustración que representa la interpretación ambiental de la sedimentación entre los tramos T2 y T3.

abundancia de rasgos paleoedáficos y bioturbación por raíces en los niveles orientales del tramo T-2 sugiere una mayor cubierta vegetal para este momento de depósito.

La Figura 1d ilustra el intervalo de la sedimentación del tramo T2 al T3. Se interpreta, según el trabajo de Alonso-Torres *et al.* (en prep.) un lóbulo de desembocadura activo

en el centro de la imagen, que estaría alimentado por un canal con descarga episódica en dirección Sur, y un lóbulo inactivo en el área occidental, cuyo aporte sedimentario queda registrado por paleocorrientes en dirección Este (Díez-Canseco *et al.*, 2012). El paleorrelieve de la imagen presenta una zona deprimida de carácter más lodoso en el área occidental, con signos de desecación tras la sedimentación del tramo T1 mediante un evento de tipo *mud flow*. En la esquina suroriental se aprecia un relieve positivo resultante de la previa sedimentación del tramo T0 (Díez-Canseco *et al.*, 2012). La representación de un ejemplar de *Gomphotherium angustidens* en esta figura, utilizada en primera estancia como escala, según la estimación de tamaños obtenido por Perales *et al.* (2009), podría dar lugar a una confusión en la relación de tamaños de la fauna y las estructuras geomorfológicas representadas en la imagen. Esta confusión se manifestó al someter a valoración de expertos estas imágenes, resultando en una estimación del tamaño del animal exageradamente grande en relación con los lóbulos de desembocadura confundidos con abanicos aluviales. Para evitar esta confusión se decidió incluir una escala gráfica en las ilustraciones.

### 5. Paleofauna y Paleoflora

De acuerdo con el registro de Somosaguas, se ha representado un ejemplar de *G. angustidens* según la reconstrucción de Manzanero & Hernández Fernández (2014). Los taxones seleccionados para representar la paleoflora (*Populus latior*, *Salix* sp. y *Phragmites oeningensis*) se corresponden con el registro de otros yacimientos del Aragoniense medio madrileño, donde no se registran cambios significativos a lo largo del Neógeno (Fernández-Marrón *et al.*, 2004). La interpretación se ha hecho también en concordancia con los representantes actuales de ambientes similares, ya que la totalidad de los restos registrados han sufrido una selección ligada al transporte que pudo sesgar la composición de la flora original del yacimiento (Martín-Closas & Picó, 1998). El registro faunístico de Somosaguas, por su parte, no ha sufrido selección tafonómica (Martín-Perea, 2015).

### 6. Conclusiones:

Las paleorreconstrucciones artísticas deberían tener un carácter multidisciplinar más allá de las disciplinas científicas involucradas en la información que se pretende divulgar. En este trabajo se ha necesitado profundizar en las técnicas de comunicación gráfica para prevenir malinterpretaciones, como ejemplifica el problema de la escala en

la figura 1d. Por ello, consideramos estas figuras como preliminares, antes de llegar a su finalidad de comunicar visualmente los resultados del trabajo de Alonso-Torres *et al.*, (en prep.), al cual pertenecen. Queda de manifiesto la importancia de la diversidad de fuentes de información a la hora de representar ambientes del pasado, tanto con un fin divulgativo como con el fin de la ilustración científica especializada.

### **Agradecimientos:**

Nuestros más sinceros agradecimientos a los expertos que previamente al envío del trabajo valoraron las imágenes: Manuel Hernández Fernández, Laura Domingo y en particular Soledad Domingo, quien por su revisión crítica contribuyó a mejorar el resultado final del manuscrito, junto con Mar Simonet, cuyo esmero en la revisión ha permitido perfeccionar la comunicación de nuestra experiencia y las conclusiones obtenidas.

### **Referencias**

Alonso-Torres, D., Fesharaki, O., Díez-Canseco, D. & Manzanero, E. (En preparación) Inferencias paleoambientales a partir del análisis litoestratigráfico y la correlación de sondeos (SN-1 a SN-5) en el yacimiento Mioceno de Somosaguas (Madrid).

Ansón, M. & Hernández Fernández, M. 2013. Artistic reconstruction of the appearance of *Prosantorhinus*, Heissig, 1974, the teleoceratine rhinoceros from the Middle Miocene of Somosaguas. *Spanish Journal of Palaeontology*, 28, 1, 43-54.

Benítez-López, G., Fesharaki, O., Gómez Cano, A.R. & Pérez de los Ríos, M. 2009. Equipo de Introducción a la Investigación GeoPaleoBiológica en Somosaguas: Un nuevo enfoque para el aprendizaje de la investigación. *Paleolusitana*, 1, 105-114.

De la Ossa, L., Tejedor Navarro, N. & Fesharaki, O. 2012. Experiencias durante la construcción de un diorama del Mioceno de Somosaguas por parte de alumnos con necesidades educativas especiales. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 20, 3, 290-296.

Díez-Canseco, D., López-Martínez, N., Díaz-Molina, M & Benito, M.I. 2012. Stream mouth deposits in the paleontological site of Somosaguas, Middle Miocene, Madrid Basin. *Spanish Journal of Palaeontology*, 27, 93-104.

Domingo, L., Cuevas-González, J., Grimes, S.T., Hernández Fernández, M. & López-Martínez, N. 2009. Multiproxy reconstruction of the palaeoclimate and palaeoenvironment of the middle Miocene Somosaguas sites (Madrid, Spain) using

herbivore dental enamel. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 272, 53-68.

Fernández Marrón, M.T., Fonollá Ocete, J.F. Sesé Benito, C. & Jiménez Rodrigo, J.C. 2004. Estudio paleomabiental de nuevos yacimientos de plantas y vertebrados de la “Unidad Intermedia” del Mioceno Medio de la cuenca de Madrid. *Revista Española de Paleontología*, 19, 2, 199-213.

Fesharaki, O., Arribas, J. & López-Martínez, N. 2015. Composition of clastic sediments from the Somosaguas area (Middle Miocene, Madrid Basin): insights into provenance and palaeoclimate. *Journal of Iberian Geology*, 41, 2, 205-222.

Fesharaki, O. 2016. Análisis paleoambiental y paleoclimático de los yacimientos de Somosaguas y Húmera (Mioceno medio, Madrid): Sedimentología, petrología, mineralogía y aplicación a divulgación e innovación educativa. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 366 pp.

García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Cantalapiedra, J.L., Alcalde, G.M., Sanisidro, O., Oliver, A., Hernández-Ballarín, V., López-Guerrero, P., Fraile, S. & Hernández Fernández, M. 2014. Palaeoenvironmental analysis of the Aragonian (middle Miocene) mammalian faunas from the Madrid Basin based on body-size structure. *Journal of Iberian Geology*, 40, 1, 129-140.

Hernández Fernández, M., Cárdaña, J.A., Cuevas-González, J., Fesharaki, O., Salesa, M.J., Corrales, B., Domingo, L., Elez, J., López Guerrero, P., Sala-Burgos, N., Morales, J. & López-Martínez, N. 2006. Los yacimientos de vertebrados del Mioceno medio de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid): implicaciones paleoambientales y paleoclimáticas. *Estudios Geológicos*, 62, 1, 266-294.

Manzanero, E. & Hernández Fernández, M. 2014. Patrón de mortalidad en *Gomphotherium angustidens* del yacimiento de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid). In: *New Insights on Ancient Life* (eds.: Arreguín-Rodríguez, G., Colmenar, J., Díaz-Berenguer, E., Galán, J., Legarda-Lisarrri, A., Parrilla-Bel, J., Puértolas-Pascual, E. & Silva-Casal, R.), XII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 160-162.

Martín-Closas, C. & Picó, P. 1998. Implications de la taphonomie des plantes dans l'Oligocène de Sarra (Bassin de l'Ebre, Catalogne). *OFP Informations*, 23, 23-24.

Martín-Perea, D. 2015. New taphonomic inferences on the Middle Miocene vertebrate site of Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid). Trabajo Fin de Master, Facultad de Geología, Universidad Complutense de Madrid, 46 pp.

Martín-Perea, D. & Uribe Larrea, D. 2016. A proposed methodology for the use of geological studies and geographic information systems (GIS) in extensive paleolandscape depictions. I Encuentro de Paleoarte (en este volumen).

Menéndez, I., Gómez Cano, A.R. & Hernández Fernández, M. 2015. Pattern of the age of death in *Megacricetodon collongensis* (MEIN 1958) from Somosaguas Sur (middle Miocene, Pozuelo de Alarcón, Madrid) In: *Current Trends in Paleontology and*

*Evolution* (eds: Domingo, L., *et al.*), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 188-190.

Perales, R., Serrano, H., García Yelo, B.A. & Hernández Fernández, M. 2009. Inferencias paleoambientales del Mioceno medio de Somosaguas (Pozuelo de Alarcón, Madrid) basadas en la estructura de tamaños corporales de su fauna de mamíferos. *Paleolusitana*, 1, 317-325.

Sanisidro, O., Micklich, N. & Sandrock, O. 2015. A new window to an old world : reconstructing the Middle Eocene of Messel for the Darmstadt Hessische Landesmuseum. In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds: Domingo, L., *et al.*), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 233-238.

Web1: Sergio Pérez-González: <http://unlobogris.deviantart.com/gallery/>



**A proposed methodology for the use of geological studies and geographic information systems (GIS) in extensive paleolandscape depictions**

**Propuesta metodológica para el uso de estudios geológicos y sistemas de información geográfica (SIG) en representaciones extensas del paleopaisaje**

David Manuel Martín-Perea<sup>1\*</sup> & David Uribelarrea<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense de Madrid, C/José Antonio Novais 12, Madrid 28040. \* davidmam@ucm.es

<sup>2</sup> Departamento de Geodinámica, Universidad Complutense de Madrid, C/José Antonio Novais 12, Madrid 28040. uriben@geo.ucm.es

**Palabras clave:** Paleoarte, Paleopaisaje, Paleosuperficies, Paleontología, Geología.

**Keywords:** Paleoart, Paleolandscape, Paleosurfaces, Paleontology, Geology.

**Resumen:**

Las reconstrucciones paleontológicas son una ventana a la vida del pasado. El paleoarte es una herramienta muy importante para transmitir conocimientos científicos para todo tipo de personas, desde alumnos de primaria hasta especialistas en paleontología. Aunque el rigor científico de las reconstrucciones anatómicas suele ser muy elevado, esta exactitud no se suele aplicar a las reconstrucciones de las paleosuperficies y, por ende, los paleopaisajes. Estudios geomorfológicos, estratigráficos, sedimentológicos y geométricos son esenciales para el completo entendimiento de paleosuperficies y paleopaisajes. A lo largo de este trabajo, se explica paso a paso la metodología propuesta para elaborar representaciones de paleopaisajes de la manera más exacta y detallada posible, de manera que permitan dar una visión completa del paisaje de un momento determinado de la historia de la Tierra.

**Abstract:**

Paleontological reconstructions are an open window to past life. Paleoart is an important tool to transmit scientific knowledge to all kinds of people, from primary schoolkids to paleontology specialists. Although the scientific rigor of anatomical reconstructions is

usually very high, this strictness does not apply to paleosurface and paleolandscape reconstructions. Geomorphological, stratigraphic, sedimentological and geometric studies are essential to fully understand paleosurfaces and paleolandscapes. Throughout this study, we explain a step by step method proposal to develop exact and detailed paleolandscape depictions, in order to offer a complete vision of the landscape at a particular time throughout the Earth's history.

## **1. Introduction**

Paleontological reconstructions, and in particular paleolandscape depictions, are an important tool to transmit scientific knowledge. Charles R. Knight's work proved the importance of vertebrate fossil reconstruction and became the basis of this emerging discipline (Antón & Sánchez, 2004). Since then, paleontological reconstructions have reached a high level of detail and scientific accuracy and methodological standarization (Antón & Sánchez, 2004).

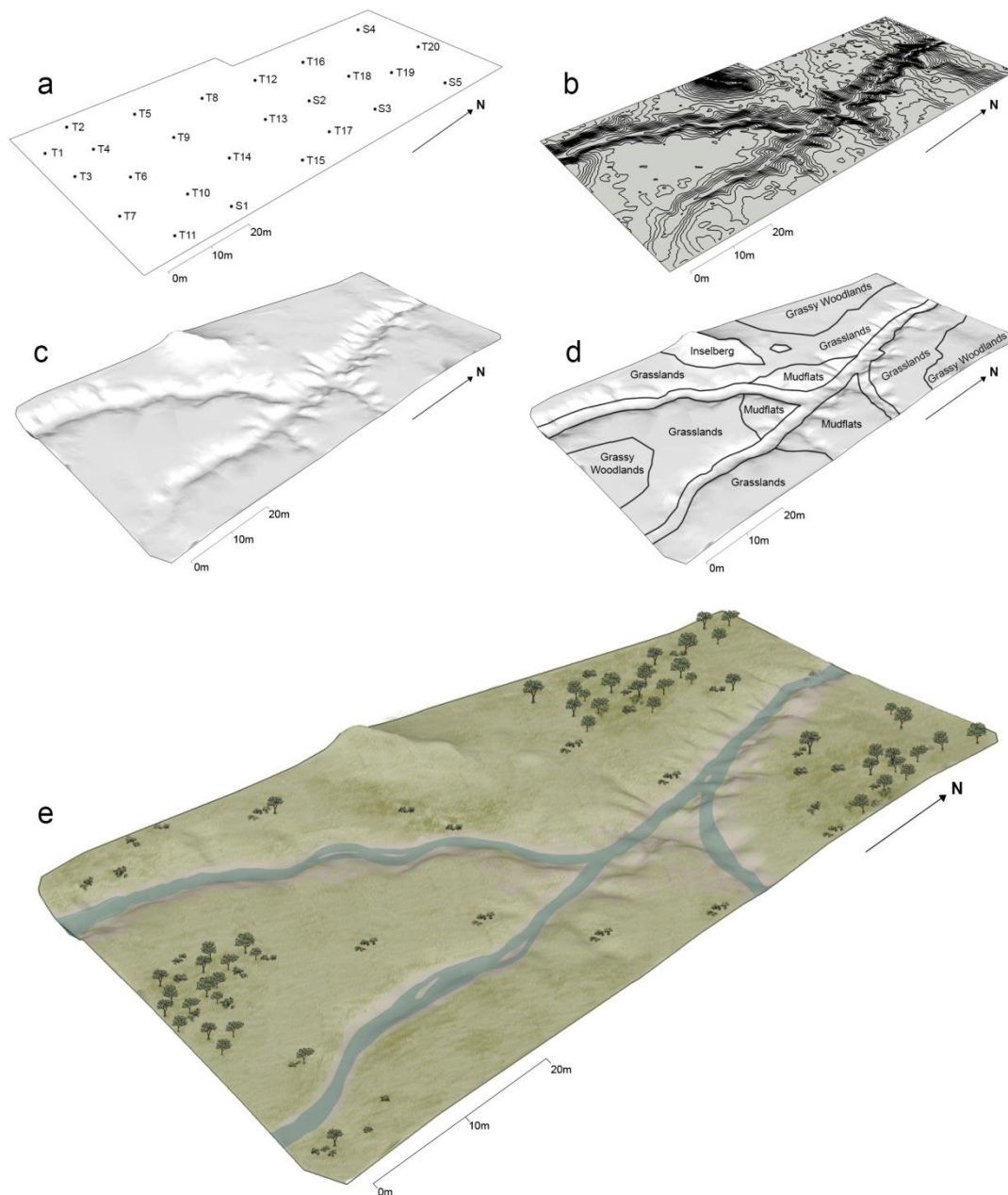
However, this strictness and standarization does not usually apply to paleosurface reconstructions, and therefore neither to paleolandscape depictions. Few specialists (Contreras, 2009; Uribelarrea *et al.*, 2014; Sanisidro *et al.*, 2015) have used geological knowledge in order to accurately lay the site's surrounding paleolandscape. Contreras (2009) and Uribelarrea *et al.* (2014), made use of thorough stratigraphic, petrographic, tectonic and geomorphological analyses in order to achieve this. Sanisidro *et al.* (2015) translated topographic profiles published by Schaal & Ziegler (1992) into a digital elevation model (DEM) and subsequently converted it into a 3D topographic relief, which was used as a canvas for the paleolandscape depiction, not yet published.

The aim of this article is to propose a methodological approach for the making of these paleosurface representations and paleolandscape depictions. This step by step method will be divided into three stages: field work, data analysis and treatment, and artistic representation.

## **2. Field work**

Exhaustive geological studies, consisting of stratigraphic, petrographic, tectonic and geomorphological analyses, should be carried out on excavated trenches and exposed sections scattered uniformly throughout the studied area. The strictness and rigor with which this first stage is executed will eventually influence the accuracy of the paleosurface and therefore of the paleolandscape, making this stage of utmost importance.

Geomorphological and stratigraphical characteristics should be obtained through topographic documentation and close study of geological units throughout the studied area (Figure 1.a). A geological unit, which is known to have been deposited horizontally, should always be taken as a datum for these measurements. Tectonic deformations and mechanic compaction should be taken into account and subsequently geometrically corrected. Petrographic and mineralogical analysis, along with paleontological studies should be carried out in order to obtain relevant information which will later be needed for the final paleolandscape depiction.



**Figure 1.** **a.** Fictional example of uniform scattering of excavation trenches (T1-T20) and exposed sections (S1-S5). **b.** Topographic map produced with geographic information system (GIS), based on fictional data collected from the previous example. **c.** 3D model created from contour lines with 3D generation software. **d.** Paleoenvironments laid over 3D model to use as guidance for paleolandscape depiction. **e.** Final artistic paleolandscape depiction.

### 3. Data analysis and data treatment

With geomorphological data collected throughout the studied area, a paleotopographic map can be produced using geographic information systems (Figure 1.b). The accuracy of the topographically represented paleosurface will depend on the strictness of the geological studies and its resolution will depend solely on the density of excavation trenches and exposed sections studied. Accordingly, the paleotopographic map can be further treated with a geographic information system or any other 3D generation software to produce a 3D topographic model (Figure 1.c). This 3D model will be further used as a canvas for the final artistic paleolandscape depiction.

Once at this stage, stratigraphic, petrographic and mineralogical analysis such as those carried out by Domingo *et al.* (2009) and Fesharaki *et al.* (2015 y 2006), along with paleontological, paleobotanical and archaeological studies should be taken into account at each of the studied excavated trenches or exposed section to describe different paleoenvironments which will be shown in the paleolandscape depiction (Figure 1.d).

### 4. Artistic representation

The final stage involves solely the artistic representation of the paleolandscape. The artist should take into account all the information provided from previous studies, and imprint in the piece a sense of realism. Scientific transmission should prevail over any other concern, being the main objective of this discipline.

### 5. Conclusion:

An exhaustive geological study, consisting of stratigraphic, petrographic, tectonic and geomorphological analyses, along with graphic representation on geographic information systems (GIS) is of utmost importance in order to depict extensive paleosurfaces and paleolandscapes. Stratigraphic analyses, petrographic analyses and accurate geomorphological studies should be carried out throughout the studied sites, in order to establish a detailed 3D representation of the paleosurface. A meticulous paleoartistic representation of the paleolandscape, taking into account all these factors, can be subsequently produced.

## Acknowledgements

We thank the Tanzanian Commission for Science and Technology (COSTECH), the Department of Antiquities and the Ministry of Natural Resources and Tourism for permission to conduct research at Olduvai Gorge that inspired this article. We thank the Spanish Ministry of Science and Technology and the Ministry of Culture for funding this research through the HAR2010-18952-C02-01 Project, the Comunidad de Madrid through the S2010/BMD-2330 I+D project, and the program of Archaeological Research Abroad of the Spanish Ministry of Culture. We acknowledge all colleagues and members of The Olduvai Paleoanthropology and Paleoecology Project (TOPPP). We want to thank Doctor Omid Fesharaki and Alejandro Ramiro Camacho for their manuscript review.

## References:

- Antón, M. & Sánchez, I.M. 2004. Art and science: the methodology and relevance of the reconstruction of fossil vertebrates. In: *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre. Paleontología*. (eds.: Baquedano, E. & Rubio, S.), Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, 74-94.
- Contreras, D.A. 2009. Reconstructing landscape at Chavín de Huántar, Perú: A GIS-based approach. *Journal of Archaeological Science*, 36, 4, 1006-1017.
- Domingo, L., Cuevas-González, J., Grimes, S.T., Hernández-Fernández, M. & López Martínez, N. 2009. Multiproxy reconstruction of the palaeoclimate and palaeoenvironment of the middle Miocene Somosaguas sites using herbivore dental enamel. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 272, 53-68.
- Fesharaki, O., Aarribas, J., & López Martínez, N. 2015. Composition of clastic sediments from the Somosaguas Area (Middle Miocene, Madrid Basin): insights into provenance and palaeoclimate. *Journal of Iberian Geology*, 41, 2, 205-222.
- Fesharaki, O. 2016. Análisis paleoambiental y paleoclimático de los yacimientos de Somosaguas y Húmera (Mioceno medio, Madrid): Sedimentología, petrología, mineralogía y aplicación a divulgación e innovación educativa. Doctoral Thesis Dissertation, Complutense University of Madrid, 366 pp.
- Sanisidro, O., Micklich, N. & Sandrock, O. 2015. A new window to an old world: reconstructing the Middle Eocene of Messel for Hessisches Landesmuseum Darmstadt. In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 235-238.

Schaal, S. & Ziegler, W. 1992. *Messel –An Insight into the History of Life and of the Earth*, Clarendon Press, Oxford, 322 pp.

Uribelarrea, D., Domínguez-Rodrigo, M., Pérez-González, A., Vegas Salamanca, J., Baquedano, E., Mabulla, A., Musiba, C., Barboni, D. & Cobo-Sánchez, L. 2014. Geoarchaeological and geometrically corrected reconstruction of the 1.84 Ma FLK Zinj paleolandscape at Olduvai Gorge, Tanzania. *Quaternary International*, 322-323, 7-31.

## **Estudio preliminar sobre los Paleoartistas, un análisis a través de internet.**

### **Preliminary study on the paleoartists, an analysis via the internet.**

Iris Menéndez<sup>1\*</sup> & Rafael Menéndez Muñiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Novais 2, Madrid 28040.

\*irisMG.bio@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Dibujo II, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Greco 2, Madrid 28040.

**Palabras clave:** Paleontología, Reconstrucción, Arte, Ilustración científica, Paleoarte

**Keywords:** Paleontology, Reconstruction, Art, Scientific Illustration, Paleoart.

#### **Resumen**

El paleoarte es una disciplina que reúne conocimientos de muchos campos de la ciencia y del arte. Por eso, los paleoartistas pueden proceder de formaciones distintas. En este trabajo se analiza la formación de los paleoartistas y si ésta se relaciona con el posterior reconocimiento que reciben. Aparentemente no existe una relación entre la formación que ha recibido un paleoartista y su éxito, sino que es más importante el posterior trabajo de investigación sobre el objeto de reconstrucción y el aprendizaje mediante el trabajo práctico, aparte de trabajar estrechamente artistas y paleontólogos.

#### **Abstract**

Paleoart is a discipline that brings together knowledge from many fields of science and art. Because of this, paleoartists may come from many different fields of study. In this work we analyzed the fields of study of some paleoartists and if it relates to the subsequent recognition that the paleoartist receives. Apparently there is not a relationship between the formation received and the success achieved. It is more important the further research on the subject of reconstruction and learning through practical work, in addition to the close work of artists and paleontologists.

## 1. Introducción

Existen profesiones a las que, por su carácter multidisciplinar, se puede acceder aún teniendo formaciones académicas muy dispares. Entre estas profesiones se encuentra la ilustración científica y, más específicamente, los dibujantes de la disciplina de la Paleontología o *paleoartistas*, según el término acuñado por Mark Hallett a finales de los 1980s (Hallett, 1986).

A menudo surge la cuestión sobre si existe una formación más favorable para realizar trabajos artísticos y paleontológicos, ya que se necesita un perfil en el que deben converger una serie de competencias y capacidades que proceden, a grandes rasgos, de dos áreas de conocimiento: la de las Ciencias Naturales y la de las Artes Plásticas (Hallett, 1986; Ansón *et al.*, 2015).

En este trabajo trataremos de aportar algunos datos que puedan ayudar a esclarecer esa cuestión, analizando la formación que han recibido los paleoartistas más destacados de los últimos 70 años y si ésta se encuentra relacionada con el prestigio alcanzado. Dejaremos de lado otro asunto que sale a colación en muchas ocasiones, el de la posible calificación como arte de los dibujos científicos.

Otra cuestión añadida será si esa formación debería ser reglada en las dos áreas, o si en una de ellas sería posible un aprendizaje mediante el trabajo práctico en un entorno investigador-profesional.

## 2. Material y Métodos

Se realizó una búsqueda por internet para recopilar información sobre los paleoartistas más destacados de los últimos 70 años. La lista de paleoartistas incluidos en el presente trabajo se realizó a partir de la página Web *Paleoartistry* (Web 1). De todos ellos se recogieron datos sobre distintos campos:

1. Sexo: Mujer (M) u hombre (H)
2. Década de mayor producción paleoartística. Se estudiaron las décadas a partir de los años 1950s, clasificando los artistas en las categorías 1950s-60s, 1970s, 1980s, 1990s y 2000s.
3. Formación del paleoartista, diferenciando 5 ámbitos: *Artes*, *Paleontología*, *Biología*, *Geología*, *Otros* y *Sin estudios*. Dentro de la categoría de *Sin estudios* se incluyeron sólo los artistas con estudios no acabados o sin ningún tipo de



formación. El resto de estudios, ya fueran universitarios o dentro de escuelas, se dividieron entre las categorías anteriormente mencionadas.

4. País de origen.
5. País donde reside o residió durante la etapa de trabajo como paleoartista.
6. Número de resultados encontrados en Google al buscar el nombre del paleoartista, como criterio para establecer su éxito. Para eliminar resultados de búsqueda que no se ajustaran al paleoartista, la búsqueda se realizó añadiendo la palabra “paleoart” (entre comillas) junto al nombre, también entre comillas.
7. Webs donde se encontró la información de todos los campos anteriores.

Para analizar el escenario español se recopiló también información sobre la formación de paleoartistas españoles citados en Ansón *et al.* (2015).

### **3. Resultados y discusión**

Se obtuvo una tabla con información sobre 34 paleoartistas destacados de los últimos 70 años (material suplementario). Los paleoartistas fueron ordenados por número de resultados de búsqueda en Google como se muestra en la Tabla 1. Cabe destacar que paleoartistas como Gregory S. Paul o Jay Matternes aparecen en los puestos 17 y 19 respectivamente, a pesar de ser paleoartistas muy reconocidos tanto en el ámbito profesional como en el divulgativo. Este método de medida del éxito de los paleoartistas genera un *ranking* que no parece reflejar la opinión general de los paleontólogos o artistas. Sin embargo establece un criterio de “fama” en el ámbito de internet, que es uno de los lugares donde más información sobre paleoarte podemos encontrar, aparte de libros (Paul, 1987; Antón, 2007; Debus & Debus, 2002) y escasas publicaciones en revistas científicas (Antón & Sánchez, 2004; Ansón & Hernández Fernández, 2013).

Esto pone de manifiesto una necesidad de publicaciones científicas sobre este campo. Según la definición de paleoarte propuesta por Ansón *et al.* (2015), una obra de paleoarte debe basarse en datos científicos, por lo que conlleva una investigación previa, tanto paleontológica como anatómica, ecológica y etológica. Publicar reconstrucciones en revistas científicas ayudaría a conocer el proceso de trabajo en paleoarte y ayudaría a valorar el trabajo científico realizado. Por ello, son necesarios espacios donde poder dar a conocer este tipo de trabajos, tan importantes para la difusión y el conocimiento paleontológico.

En cuanto a la formación de los 34 artistas, el 62% poseía una formación artística, el 19% formación científica. Por otro lado encontramos un 11 % de paleoartistas con una distintas formaciones englobadas en la categoría de “Otros” y el 8% restante ninguna formación concreta (Figura 1a).

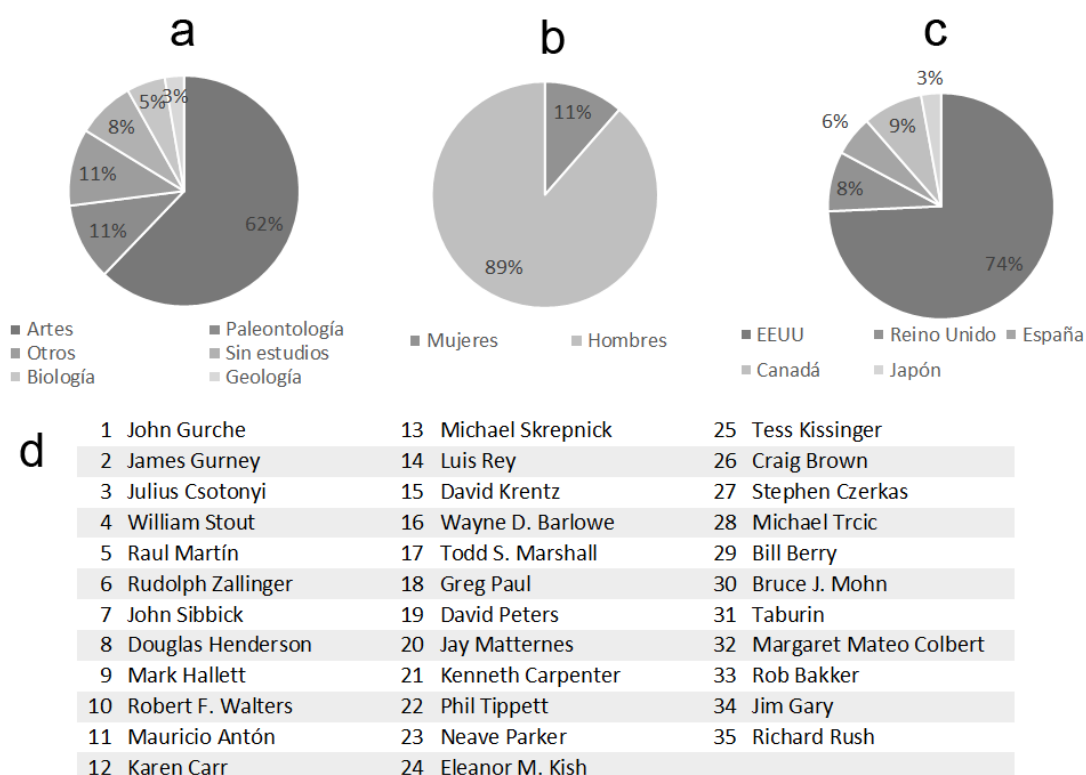
Dentro de las opciones científicas encontramos sobre todo paleontólogos, pero también biólogos y geólogos. Dentro de la categoría “Otros” se han clasificado un ingeniero, un maestro, un cinematógrafo y un arqueólogo.

Entre los 15 primeros paleoartistas del *ranking* se encuentran 10 de formación artística, pero también encontramos un paleontólogo, un arqueólogo, un biólogo y uno sin estudios concretos. Además encontramos a una paleoartista formada en dos campos, biología y artes.

Se observa que la mayor parte de los paleoartistas con prestigio provienen de estudios artísticos. Sin embargo, el resto de paleoartistas con estudios científicos variados o sin estudios también logran gran reconocimiento. Es posible que los estudios básicos no sean tan importantes como un desarrollo a posteriori de todas las competencias que requiere un paleoartista. Todos deben investigar en profundidad la pieza a reconstruir o trabajar estrechamente con paleontólogos especializados en el grupo. En ese sentido, la formación anterior juega un papel secundario. Según los datos obtenidos, existe un claro sesgo de género: de 34 paleoartistas, tan sólo 4 son mujeres: Karen Carr, Margaret Mateo Colbert, Tess Kissinger y Eleanor M. Kish (Figura 1b). Todas ellas son de formación artística, aunque Karen Carr también estudió ciencias naturales y físicas en la Universidad de Texas. Todas ellas nacieron en Estados Unidos de América, pero en distintas épocas.

Ante estos resultados queda patente que existe un gran desconocimiento sobre mujeres paleoartistas. En la página *Paleoartistry* no se incluyen, por ejemplo, ni a Elisabeth Daynes, paleoesculptora muy reconocida de las últimas décadas, o a Emily Willoughby, bióloga dedicada al paleoarte desde el 2006. Esto puede deberse a la falta de autoridad que se le ha dado a la mujer en el ámbito profesional. Es destacable el caso de Eleanor M. Kish, que en los años 70s optó por firmar sus trabajos como Ely para no tener tantas dificultades en un mundo dominado por hombres.

Hoy en día, a pesar de que la mujer está mucho más presente en el mundo científico y profesional, parece que no existe todavía un equilibrio entre géneros dentro del paleoarte.



**Figura 1.** Resultados en forma de porcentaje sobre la formación de los 34 paleoartistas (a), porcentajes de hombres o mujeres (b), y porcentajes de países donde desarrollaron su trabajo. Se presenta también la lista de paleoartistas mencionados en la página *Paleoartistry* (Web1) ordenados por número de resultados de búsqueda en google de mayor a menor (d).

En la figura 1c se puede observar que un 74 % de los paleoartistas trabajan en EEUU, un porcentaje seguido por Canadá (9 %) y Reino Unido (8 %). El 9 % restante se reparte entre el 6% de España y 3% Japón (Figura 1c).

Sólo dos paleoartistas no trabajaron en el mismo país donde estudiaron. Por un lado Luis Rey, que estudió en México y actualmente trabaja en Reino Unido. Por otro Ely Kish, que nació en EEUU pero consiguió trabajo como ilustradora trasladándose a Canadá.

El 3% de Japón se debe al nipón Taburin, y el 6% de España a Mauricio Antón y a Raúl Martín.

Existe una baja representatividad de paleoartistas de países con habla no inglesa. Esto puede deberse a distintos factores. A nivel internacional, el inglés es el idioma que predomina y el resto de idiomas tienen menor alcance. Además, el listado de paleoartistas se realizó en base a una página web en inglés, por lo que no aparecen paleoartistas muy reconocidos a nivel nacional de otros países. Por otro lado, es posible

que la producción artística dentro de la paleontología haya sido superior a lo largo del tiempo en Estados Unidos. Esto se debe seguramente a que poseen mucha inversión económica en museos y universidades, lo que les permite desarrollar piezas de paleoarte para dichas instituciones y contratar a los paleoartistas mejor preparados. Por ejemplo, en Estados Unidos se ha invertido fuertemente en artistas españoles como Mauricio Antón o Raúl Martín, dos de los paleoartistas más valorados de inicios del siglo XXI.

En el caso concreto español, las formaciones que han recibido los paleoartistas están divididas en dos grupos: biólogos (Oscar Sanisidro, Francisco Gascó, Humberto Serrano y Guillermo Navalón) y artistas (Mauricio Antón, Marco Ansón y Raúl Martín), aunque algunos posteriormente también se han formado como paleontólogos a nivel de máster o doctorado.

Todos los paleoartistas españoles son de los años 2000, a excepción de Mauricio Antón que es de la década anterior (1990s). En cualquier caso todos son recientes, y denota que el paleoarte en España se ha desarrollado con décadas de retraso con respecto al resto del mundo. Sin embargo, en estas dos últimas décadas ha aportado a algunos de los mejores paleoartistas del momento, como Mauricio Antón y Raúl Martín.

Mauricio Antón es el paleoartista español con más prestigio en cuanto al rigor científico de sus obras. Posee una formación artística, sin embargo, estudia detalladamente la anatomía y etología de las especies que reconstruye, a la par que desarrolla trabajos paleontológicos en el CSIC. Cuenta con más de 70 publicaciones académicas firmadas y es experto en evolución de carnívoros.

#### **4. Conclusiones**

Internet aporta mucha información sobre el paleoarte y los paleoartistas, pero se encuentran sesgadas. Además, existen pocas publicaciones en el ámbito científico. Por ello es necesario crear un espacio en el que se puedan publicar artículos científicos sobre paleoarte.

Según la información recogida la mayoría de paleoartistas más destacados de los últimos 70 años provienen de estudios artísticos, aunque la variedad de otros estudios pone de manifiesto que la formación no es tan importante como realizar una investigación en profundidad de las piezas a retratar. Además es importante que artistas y paleontólogos trabajen estrechamente.

En este campo aún no existe una representatividad igual entre géneros, a pesar de que en otros campos de la ciencia como en la paleontología sí.

Aunque el paleoarte tiene una larga historia, en algunos países, como España, no ha sido sino recientemente cuando han empezado a desarrollarse trabajos paleoartísticos. Esto, sumado a la preponderancia de los países angloparlantes en el ámbito internacional, hace que muchos de los paleoartistas más reconocidos sean de habla inglesa y a que haya más oportunidades de trabajo en los países como Estados Unidos o Reino Unido.

## Referencias

Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2013. Artistic reconstruction of the appearance of *Prosantorhinus* Heissig, 1974, the teleoceratine rhinoceros from the middle Miocene of Somosaguas. *Spanish Journal of Palaeontology*, 28,43- 54.

Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2015. Paleoart: term and conditions (a survey among paleontologists). In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 28-34.

Antón, M. 2007. *El secreto de los fósiles*. Editorial Aguilar, Madrid, 360 pp.

Antón, M., García-Perea, R. & Turner, A.1998. Reconstructed facial appearance of the sabretoothed felid *Smilodon*. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 124, 4, 369–386.

Antón, M. & Sánchez, I.M. 2004. Art and science: the methodology and relevance of the reconstruction of fossil vertebrates. In: *Miscelánea en homenaje a Emiliano Aguirre. Paleontología*. (eds.: Baquedano, E. & Rubio, S.), Museo Arqueológico Regional, Alcalá de Henares, 74-94.

Debus, A. A. & Debus, D. E. 2002. *Paleoimagery The Evolution of Dinosaurs in Art*. Mc Farland & Company, Inc., Publishers, Jefferson, North Carolina, 293 pp.

Hallett, M. 1986. The scientific approach of the art of bringing dinosaurs back to life. In: *Dinosaurs Past and Present 1*. (eds.: Czerkas, S. J. & Olson, E.C.) Natural Museum of Los Angeles Count in association with University of Washington Press, Seattle. 96-113.

Paul, G. S. 1987. *The science and art of restoring the life appearance of dinosaurs and their relatives: a rigorous how-to guide*, in: Czerkas SJ, Olson EC (Eds.), *Dinosaurs past and present*. Seattle: Natural Museum of Los Angeles Count in association with University of Washington Press, 4-49 pp.

Web 1: <http://paleoartistry.webs.com> Web de Paleoartistry

## **Paleoarte, trayectoria y compromisos**

### **Paleoart, trajectories and commitments**

Ángela D. Buscalioni<sup>1\*</sup>

Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Madrid, Darwin 2, Cantoblanco 29049, Madrid. [angela.delgado@uam.es](mailto:angela.delgado@uam.es). Proyecto CGL2013-42643P

**Palabras Clave:** Blogosfera, Discurso, Cultura Popular, Ilustración Científica, Arte Público

**Keywords:** Blogosphere, Discourse, Popular Culture, Scientific Illustration, Public Art

#### **Resumen.**

Se analiza la trayectoria del paleoarte, a través de sus manifestaciones en la red. En este contexto el paleoarte implica a tres colectivos: paleontólogos, paleoartistas y los seguidores y fans de ambos. Las conexiones que se dan entre ellos muestran una gran variedad de discursos. Se resaltan los siguientes aspectos: 1) un debate entre cultura academicista y popular, 2) el deslindamiento de los paleoartistas de las normas y funciones académicas, y 3) la versatilidad que dan los aficionados y fans al paleoarte

#### **Abstract**

The trajectory of palaeoart is analyzed through its manifestations in webs and blogs. In this context the palaeoart encompasses three collectives: paleontologists, paleoartists and the fans of both. The connections that happen between them show a great variety of speeches. The following aspects are highlighted: 1) a debate between academic and popular culture, 2) the detachment of paleoartists of the academic rules and functions, and 3) the versatility that fans are able to provide to palaeoart.

El paleoarte ha pasado de ser la manifestación singular de un arte nacido en museos de ciencias naturales, a desarrollarse especialmente en internet para integrarse en la cultura popular. En su origen la finalidad del paleoarte pudo haber sido transmitir las interpretaciones sobre el mundo pasado a lo largo de los sucesivos programas científicos (Ansón et al., 2015). En los museos se muestra como un arte más práctico

que estético y con un claro enfoque cultural. El espacio donde se está desarrollado actualmente es más participativo y el paleoarte adquiere un nuevo contexto con códigos más difusos. Por las particularidades de internet el paleoarte se aproxima a lo que las vanguardias denominan *arte relacional*, utilizando lo visual como cultura, que al compartirse anima a la acción y a la transgresión (Kwon, 2004). En este ámbito, las relaciones entre los tres colectivos que rodean al paleoarte: paleontólogos, artistas y aficionados a los fósiles, se están modificando y renovando. El examen de los contenidos gráficos y textuales de blogs y páginas webs sobre esta temática, en más 50 direcciones en la red, permite en cierto modo discutir la trayectoria y la pluralidad que está adquiriendo esta práctica (Buscalioni, 2016). De este modo, lo que se muestra no son las contribuciones razonadas sobre esta temática, sino más bien las conexiones que se generan en la red entre los colectivos señalados.

A partir de los textos de las páginas sobre paleoarte se percibe que los profesionales comienzan a reproducir el infructuoso debate entre cultura academicista y popular, diferenciando la *paleoimagería* del paleoarte *profesional* (Debus & Debus, 2002; Witton et al., 2014). Los paleoartistas, por su parte, se deslindan de las normas y visiones de los paleontólogos, al tiempo que se reafirman como independientes, con nuevas funciones en la comunicación entre ellos y la paleontología, entre ellos mismos y con los aficionados. Mientras, los aficionados reclaman nuevas temáticas al margen de los descubrimientos realizados por la ciencia, y persiguen, de un modo creativo, apropiarse de los conocimientos científicos para conferirles nuevos sentidos, algo que es propio de la cultura popular (Storey, 2003).

En paralelo, las representaciones de los paleoartistas se van distanciando cada vez más de la ilustración científica. En contraposición a los ilustradores científicos, los paleoartistas buscan activamente las claves para representar *elestar vivo*. Dichas claves se fundamentan en el modo en que se construyen las composiciones y también en el virtuosismo que han adquirido los paleoartistas utilizando nuevas técnicas de la imagen. A diferencia de los ilustradores las composiciones paleoartísticas marcan sobre todo correspondencias entre espacios y tiempos. Ello no sólo es patente en los animales representados (en relación con el medio, paisaje, y la época donde vivían), sino también de estos con el propio observador, consciente de que lo que está apreciando nunca será visto en vida.

Las repercusiones de los cambios en el paleoarte tendrán obvias incidencias en los ámbitos de los colectivos señalados, ahora más abiertos y con mayores vías de

interacción. En la actual encrucijada, una derivada crítica de lo hasta ahora realizado debería llevarnos a la reflexión sobre los compromisos socio-culturales del paleoarte. Desde la relación paleontólogo-paleoartista cabe la pregunta de cómo el paleoarte sustenta la transmisión y génesis de los imaginarios evolutivos. De otra, desde la perspectiva de los paleoartistas y sus fans, convendría también analizar por qué estos en lugar de mostrarse más comprometidos con el mundo que estamos perdiendo, prefieren un mundo perdido. Estos compromisos no se refieren tanto al ámbito personal de cada paleoartista, sino más bien a la génesis de un colectivo equivalente al de otros movimientos plásticos que exploran la relación crítica entre naturaleza y cultura.

## Referencias

- Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2015. Paleoart: term and conditions (a survey among paleontologists). In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 28-34.
- Antón, M. 2007. *El secreto de los fósiles*. Editorial Aguilar, Madrid, 360 pp.
- Buscalioni, A.D. 2016. El Paleoarte, entre el arte público y cultura popular. *eVOLUCIÓN*, 10, 2, 71-81.
- Debus, A.A. and Debus, D.E. 2002. *Paleoimagery: The Evolution of Dinosaurs in Art*. McFarland & Co., Publishers, Jefferson, N.C., 285 pp.
- Kwon, M. 2004. One Place after another: site-specific art and locational Identity. In: *From Site to Community in NewGenre Public Art: the Case of Culture inAction*. MIT Press, Cambridge, 100-137.
- Storey, J. 2003. *Inventing Popular Culture*, Blackwell Manifestos, Blackwell Pub., Oxford, 148 pp.
- Witton, M.P., Naish, D. y Conway, J. 2014. State of the Palaeoart. *Palaeontologia Electronica*, 17, 3, 5E, 10p, [palaeo-electronica.org/content/2014/768-contributions-by-amateur-paleontologists](http://palaeo-electronica.org/content/2014/768-contributions-by-amateur-paleontologists).



## **El paleoarte como herramienta de difusión de la ciencia y su aplicación al marketing turístico: La ruta de los Dinosaurios de Cuenca**

### **Paleoart as a tool to science divulgation and its implication in touristic marketing: The route of the Dinosaurs of Cuenca**

Sonia Martínez Bueno<sup>1</sup>, Fátima Marcos-Fernández<sup>1,2\*</sup>, Francisco P. de Ledesma<sup>3</sup>, Ana Parra.<sup>1</sup>, Irene Prieto<sup>1</sup> & Francisco Ortega<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Senda del Rey 9, Madrid 28040

<sup>2</sup> Departamento de Pintura y Restauración, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Greco 2, Madrid 28040. \*[famarcos@ucm.es](mailto:famarcos@ucm.es)

<sup>3</sup> Diseño de Ledesma, General Lacy 21. Madrid 28045

**Palabras clave:** Paleontología, Difusión, Marketing, Patrimonio

**Keywords:** Palaeontology, Diffusion, Marketing, Heritage

#### **1. Introducción**

La Ruta de los Dinosaurios de Cuenca es un proyecto de puesta en valor del patrimonio paleontológico de la provincia de Cuenca que pretende divulgar conceptos científicos utilizando el contenido de dos yacimientos del Cretácico con cuense: Las Hoyas (Cretácico Inferior) y lo Hueco (Cretácico Superior). En el proyecto y desarrollo de la musealización, se generaron objetos museográficos en los que la participación del ámbito paleoartístico cumplió una función importante como herramienta de comunicación científica.

En este artículo se tratará, brevemente, de poner de relieve las implicaciones que el paleoarte puede tener en la difusión del patrimonio cultural y de las relaciones que puede llegar a establecer con el marketing turístico, elemento clave a la hora de transformar un museo o un centro de interpretación en un producto/servicio susceptible de ser comercializado y generar desarrollo económico sostenible en un territorio.

## 2. Breve aproximación a los conceptos de paleoarte y marketing turístico

A pesar de no existir una definición formal de paleoarte como disciplina científico-artística, son varios los autores que se han aventurado a explicar en qué consiste y a debatir sobre una aproximación teórica a dicho concepto (Witton *et al.*, 2014; Ansón *et al.*, 2015). Así, mientras unos lo definen como “la rama del arte de la historia natural dedicada a la reconstrucción de la vida extinta” (Witton *et al.*, 2014), otros engloban a “todas aquellas manifestaciones artísticas originales que pretenden reconstruir o representar formas de vida prehistóricas acordes a los conocimientos y evidencias científicas existentes en el momento de crear la obra” (Ansón *et al.*, 2015).

En este artículo no se pretende plantear una nueva definición del término, aunque parece razonable asumir que en el mismo confluyen tanto elementos científicos como otros puramente artísticos (Witton *et al.*, 2014). Es evidente la utilidad del paleoarte como vehículo en la expresión de hipótesis científicas procedentes del entorno de la investigación y su participación en los procesos de la divulgación científica, pero también en disciplinas como el marketing y la comunicación que, a priori, pudieran parecer alejadas del mismo.

Los productos finales del paleoarte son de gran utilidad en el marketing turístico, concepto relativamente novedoso que debe ser entendiendo en un sentido amplio, más allá de las tradicionales acepciones de comunicar y vender un lugar. Porque un territorio es un producto y como tal, es susceptible de ser gestionado aplicando estrategias de marketing que traten, básicamente, de satisfacer las necesidades de cualquier cliente y/o residente que viva o se desplace hasta ese enclave (Kotler *et al.*, 2011).

La globalización, la internacionalización y la estandarización de las necesidades son realidades palpables que también afectan al ámbito turístico. En medio de la uniformidad, cualquier destino turístico que desee singularizarse frente a la oferta de sus inmediatos competidores debe mostrarse atractivo y competitivo. Y, para ello, es fundamental descubrir, analizar, potenciar y comunicar aquellos atributos, tangibles e intangibles, que lo hacen diferente del resto de territorios. En definitiva, debe ofrecer singularidad y visibilidad, sobre todo teniendo en cuenta que, la mayor parte de las veces, “*se elige un destino turístico por la imagen que se tiene de él y no por el conocimiento previo del lugar*”.

El marketing turístico aprehende el territorio como un objeto único pero complejo y aprovecha las últimas aplicaciones del marketing cultural y del patrimonio a la hora de elaborar sus estrategias de actuación. Y es en este punto donde puede utilizar como herramienta eficaz el paleoarte.

### **3. Paleoarte y marketing turístico: difusión del patrimonio**

La difusión es la parte de la gestión del patrimonio que facilita la relación de éste con el público, con las colecciones en general y con el objeto en particular; es la que facilita la accesibilidad al uso y disfrute del patrimonio por parte de la sociedad; pero, además, la difusión actúa como una actividad de transferencia de conocimiento. El objetivo fundamental es crear en la sociedad una conciencia clara sobre:

- La propia existencia del patrimonio.
- La fragilidad de este patrimonio: que puede perderse o deteriorarse.
- La pertenencia: el patrimonio es de la sociedad.
- La perdurabilidad: el patrimonio debe legarse a las generaciones futuras.

El patrimonio adquiere todo su valor a través de la contemplación y la comprensión por parte de los integrantes de la sociedad. Y gracias a esa interacción será posible asegurar su conservación. Por eso es labor de las autoridades competentes desarrollar recursos didácticos capaces de generar actividades, dentro de la educación formal y no formal, que den a conocer el patrimonio existente en un lugar, lo universalicen y lo hagan accesible al público en general.

Un buen ejemplo de ello es el desarrollo de centros de interpretación en los que, con una base científica, se ordenan y exponen una serie de objetos, dibujos y fotografías que transmiten algún tipo de información sobre un bien patrimonial determinado y que, en la mayoría de los casos, persigue superar las expectativas de conocimiento generadas en los visitantes.

El paleoarte, como se ha explicado en el apartado anterior, es una de las disciplinas más implicadas en la visualización necesaria del patrimonio paleontológico. En muchos casos, las hipótesis paleontológicas se refieren a realidades que ya no existen y que se formulan a través de unidades de información que proceden del contexto científico, sin embargo su transformación a un formato accesible para el público resulta complejo. Las

estrategias narrativas producen buenos resultados, pero es innegable el potencial que para la divulgación de conceptos paleontológicos tiene la capacidad de síntesis de los objetos producidos por el paleoarte.

El marketing turístico, a través de una de sus herramientas fundamentales, la comunicación, favorecerá la divulgación entre el público en general, visitante o residente, consumidor de productos culturales.

#### **4. Paleoarte y marketing turístico: la atracción de público y la creación de marcas**

Si la difusión del patrimonio es fundamental para garantizar la conservación del mismo, parece evidente que uno de los objetivos de ésta puede basarse en atraer al público hacia los lugares donde se expone dicho patrimonio.

Esta idea, obvia desde el punto de vista mercadotécnico, es bastante reciente en el campo de la gestión patrimonial y viene a corroborar el cambio de tendencia que se ha experimentado, desde la década de los años ochenta, en la forma de transmitir la cultura: los museos, además de ser el lugar donde se exhiben objetos de arte, se convierten en alternativas de ocio para el gran público, diverso y heterogéneo; es decir, en productos culturales susceptibles de incorporarse al mercado y de utilizar el marketing y la comunicación para atraer visitantes. De hecho, el éxito o fracaso en la afluencia de público a sus instalaciones va a depender, en buena medida, de la imagen que logren conformar en la mente de los posibles clientes. Y en la formación de esa imagen entra en juego la marca del museo.

Porque una buena marca (en sus diferentes tipologías de utilización) debe cumplir dos funciones primordiales: por un lado, debe señalar el producto, es decir, debe individualizarlo (no se puede confundir la marca de un museo con la de otro) y, por otro lado, tiene que determinarlo, es decir, la marca debe remitir al sujeto identificado concreto. Un museo es un tipo de institución bien definido, no es un supermercado ni una discoteca, por lo tanto, su marca tiene que inscribirse en el paradigma de las instituciones de cultura y ser fácilmente atribuible al mismo mediante cualquiera de las estrategias válidas (logotipo que indica explícitamente el nombre del museo, símbolo que reproduce algún aspecto fácilmente identificable, etc.) (Chaves, 2014).

Pero, además, la marca ha de diferenciar ese producto o servicio o territorio por encima de sus competidores más directos. Y para que la marca cumpla esa función básica es imprescindible que haya sido desarrollada tras un estudio exhaustivo y pormenorizado del producto/servicio/territorio en cuestión. De ahí la relación tan importante que, en el caso de los museos y centros de interpretación de paleontología, debería establecerse entre la investigación, el paleoarte, la museología, la comunicación y el marketing turístico: tener información y conocimiento detallado sobre el/los contenidos, conceptos y los materiales que se exhiben puede ayudar a generar una marca (logo, símbolo o lema) que mejor defina los atributos que desean resaltarse de acuerdo a la imagen que quiera transmitirse al mercado.

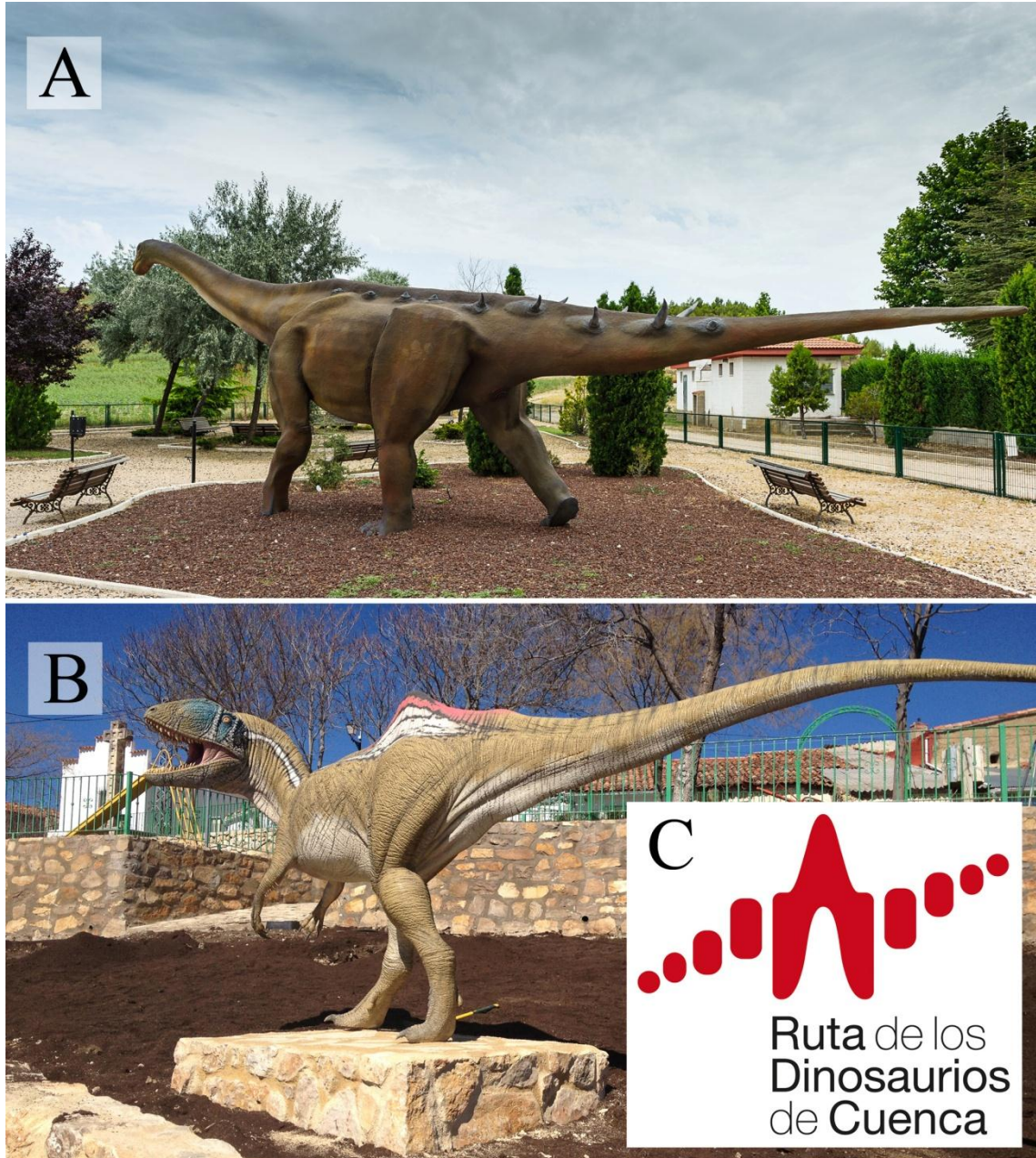
### **5. Aplicación práctica: La Ruta de los Dinosaurios de Cuenca**

La ruta de los Dinosaurios de Cuenca (Web 1) es un proyecto de divulgación del patrimonio paleontológico promovido por la Excm. Diputación Provincial de Cuenca, e inaugurado en marzo de 2015. El proyecto está conformado por dos centros expositivos localizados en los municipios de Fuentes y Cañada del Hoyo, dos conjuntos escultóricos compuestos por la recreación de un dinosaurio saurópodo en Fuentes y de un dinosaurio terópodo, *Concavenator corcovatus*, en La Cierva, y por una serie de puntos balizados distribuidos a lo largo de una ruta en los que se pueden observar e interpretar distintos elementos de la geología y la paleontología de su área de influencia.

El centro de interpretación de Fuentes tiene como objetivo primordial la difusión de la riqueza paleontológica del yacimiento de Lo Hueco, de igual modo que el de Cañada del Hoyo se centra en la divulgación de los hallazgos de Las Hoyas. En ambos centros, los ejemplos de paleoarte (ilustraciones, dibujos, reconstrucciones de flora y fauna pretérita, recreación de paleopaisajes, etc.) acompañan al visitante en todo el recorrido y son un soporte de comunicación permanente que, como propuesta cultural, pretende atraer y atrapar a los visitantes.

Además, el conjunto se completa con las esculturas expuestas al aire libre en La Cierva, un *Concavenator* realizado por Javier Hernández (Figura 1.B), y Fuentes, un titanosaurio realizado por Adolfo Cuétara (Figura 1.A), que constituyen las expresiones de paleoarte más emblemáticas de la Ruta de los Dinosaurios de Cuenca.

Por otro lado, el conocimiento ofertado a partir de las acciones paleoartísticas, es fácilmente reconocible en la marca desarrollada al efecto: una abstracción que aúna la imagen de un *Concavenator* y un titanosaurio realizada por Francisco P. de Ledesma (Figura 1.C) con un enorme potencial para su uso en la comunicación y el marketing turístico.



**Figura 1-**a) Escultura de titanosaurio realizado por Adolfo Cuétara; b) *Concavenator* realizado por Javier Hernández y c) Abstracción de La imagen de un *Concavenator*, realizada por P. de Ledesma

## 6. Conclusiones

La tendencia actual en museología está cambiando: los museos ya no se contemplan como espacios únicamente dedicados al estudio, la conservación y la exhibición selectiva. Poco a poco se están transformando en productos culturales y, como tales, deben tener una “clara voluntad comunicadora” (Fatás Monforte, 2004) y han de estar en condiciones de utilizar las herramientas del marketing para difundir y atraer visitantes a sus instalaciones.

En este contexto, el paleoarte puede recodificar la información facilitada por la investigación y transformarla en un formato accesible al público en general, facilitando su utilización en la generación de estructuras de divulgación del patrimonio y de las novedades científicas que continuamente se producen entorno al mismo.

Al mismo tiempo, en una sociedad en la que el turismo cultural gana protagonismo, el marketing turístico cobra una relevancia especial a la hora de promover la divulgación de los nuevos productos culturales, entre los que se hayan los museos y los centros de interpretación (como en el caso de la Ruta de los Dinosaurios de Cuenca), y de desarrollar nuevas marcas relacionadas con ellos.

En el ejemplo que nos ocupa, es palpable la simbiosis creada entre investigación, paleoarte, diseño de estructuras de comunicación y marketing turístico, lo que ha permitido el desarrollo de la citada ruta y, a su vez, la difusión de la riqueza paleontológica de la zona, con la consiguiente transformación de un bien cultural en un elemento susceptible de explotación turística. Eso permite acercar el patrimonio al público en general y, además, comprometer de forma efectiva a los vecinos de los municipios implicados, que ven cómo un recurso cultural también puede ser un recurso económico capaz de facilitar el desarrollo sostenible de una zona deprimida: lo que se conoce se ama y se protege.

## Referencias

Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2015. Paleoart: term and conditions (a survey among paleontologists). In: *Current Trends in Palaeontology and Evolution* (eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López

Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 28–34.

Chaves, N. 2004. Marca Gráfica de destino turístico. In: *I Jornadas Diseño, Comunicación y Empresa*. Palma de Mallorca.

Fatás Monforte, P. 2004 Estrategias de comunicación en museos. *Museo*, 9, 119–149.

Kotler, P., García de Madariaga Miranda, J., Flores Zamora, J., Bowen, J.T. & Makens, J.C. 2011. Marketing turístico. Pearson Educación, Madrid, 824 pp.

Witton, M.P., Naish, D. & Conway, J. 2014. State of the Palaeoart. *Paleontologia Electronica*, 17, 3, 1–10.

Web 1 <http://www.dinosauriosdecuenca.es> Web oficial de la Ruta de los Dinosaurios de Cuenca.



## **La transformación de un icono: evolución de la representación científica del *Tyrannosaurus rex* a lo largo del tiempo**

### **The change of an icon: evolution of *Tyrannosaurus rex*'s scientific illustration over time**

Raúl San Juan Palacios<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Novais 2, Madrid 28040.

\*rasanjua@estumail.ucm.es

**Palabras clave:** *Tyrannosaurus*, Paleontología, Paleoarte, Ilustración, Reconstrucción

**Keywords:** *Tyrannosaurus*, Paleontology, Paleoart, Illustration, Restoration

#### **Resumen**

Los dinosaurios son un icono de la paleontología, en especial el *Tyrannosaurus rex*. Su representación en el mundo del paleoarte es extensa, y ha ido cambiando a lo largo del tiempo. Estos cambios pueden delimitarse en etapas, cada una perteneciente a un periodo determinado. En este estudio se usaron 22 obras de paleoartistas destacados, desde 1905 hasta 2015, determinando que el *Tyrannosaurus rex* ha sufrido 4 etapas de transformación desde su descubrimiento. En la 1ª etapa, de 1905 a los años 30, se le representaba erguido, con la cola apoyada en el suelo, con un aspecto escamoso y con errores en el cráneo y las extremidades superiores. En la 2ª etapa, de los años 30 al año 1985, se le representa también erguido, arrastrando la cola, habiendo desaparecido los errores antes mencionados. En la 3ª etapa, entre los años 1985 y 1995, como consecuencia de los cambios producidos por la “dinosaur renaissance” se horizontalizó la columna vertebral del tiranosaurio, alejando su cola del suelo y curvando su cuello en forma de S, concediéndoles una mayor movilidad y dinamismo. Finalmente, entre el año 1995 y la actualidad tiene lugar la 4ª etapa, en la que se tiende a ser más conservador y a reducir el dinamismo y capacidades corredoras que se le atribuían al *T. rex*, aunque son diferencias mínimas respecto a la apariencia del *T. rex* antes de los años 70. Además, los descubrimientos de Tyrannosauroides con plumas han llevado a la representación de *T. rex* cubiertos parcial o totalmente por estas estructuras.

#### **Abstract**

Dinosaurs are an icon of paleontology, especially *Tyrannosaurus rex*. Its representation in paleoart's world is large, and it had been changed over time. This changes will be isolated in temporarily delimited stages. This study had used 22 productions of prominent paleoartists, from 1905 to 2015, establishing 4 transformation stages since its discovery. In 1<sup>st</sup> stage, from 1905 to 30s, *T. rex* was represented with upright, tail-dragging posture, scaly, and with skull and forelimb mistakes. In 2<sup>nd</sup> stage, from 30s to 1985, it has been represented upright, tail-dragging posture, without skull and forelimbs mistakes. In 3<sup>rd</sup> stage, from 1985 to 1995, due to "dinosaur renaissance" *T. rex*'s backbone was horizontalized, keeping off the tail from the ground and shaping a S-like neck, giving it more dynamism and mobility. Finally, from 1995 to the present 4<sup>th</sup> stage occurs, with a more conservative *T. rex*, reducing its dynamism and running capacity. However, differences between 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> stage are minimal compared with *T. rex*'s appearance before 70s. In addition, feathered Tyrannosauroidea discoveries had led to partial or completely feathered *T. rex*.

### **1. Introducción**

Desde que el público general comenzó a tener conocimiento de los dinosaurios a mediados del S.XIX, se han convertido en un icono que ha sido explotado de muchas maneras. Entre estas destaca ser el principal impulsor de la pasión e interés de los jóvenes por la paleontología durante su historia moderna, así como su capacidad para conducir nuestra mente a un pasado remoto que nos fascina, y nos hace darnos cuenta de los increíbles seres que desaparecieron y fueron sustituidos por los que nos rodean en la actualidad. Entre estos iconos de la paleontología no hay uno más emblemático que el *T. rex*, y pocos cumplen tan bien estos objetivos como lo hace el "rey de los lagartos tiranos". Desde que Barnum Brown lo descubriera en 1902 y lo extrajera de las rocas de Montana en 1905, este dinosaurio se ha convertido en uno de los más representados en el mundo del paleoarte (tanto de la paleontología de dinosaurios como de la paleontología en general) y en la cultura popular (literatura, cine, televisión, etc). La representación científica del *T. rex* ha ido cambiado, adaptándose su imagen al conocimiento disponible, lo que justifica los posibles fallos anatómicos y la falta de rigor de algunas estructuras corporales del *T. rex* -en algunos casos, objeto de discusión incluso en la actualidad- a lo largo del tiempo. Se pueden observar diferentes etapas en esta representación científica, cada una correspondiente a un periodo temporal determinado. El objetivo de este trabajo es determinar cuáles son estas etapas, que periodo temporal abarcan y que características presenta el *T. rex* en cada una de ellas.

## 2. Material y Métodos

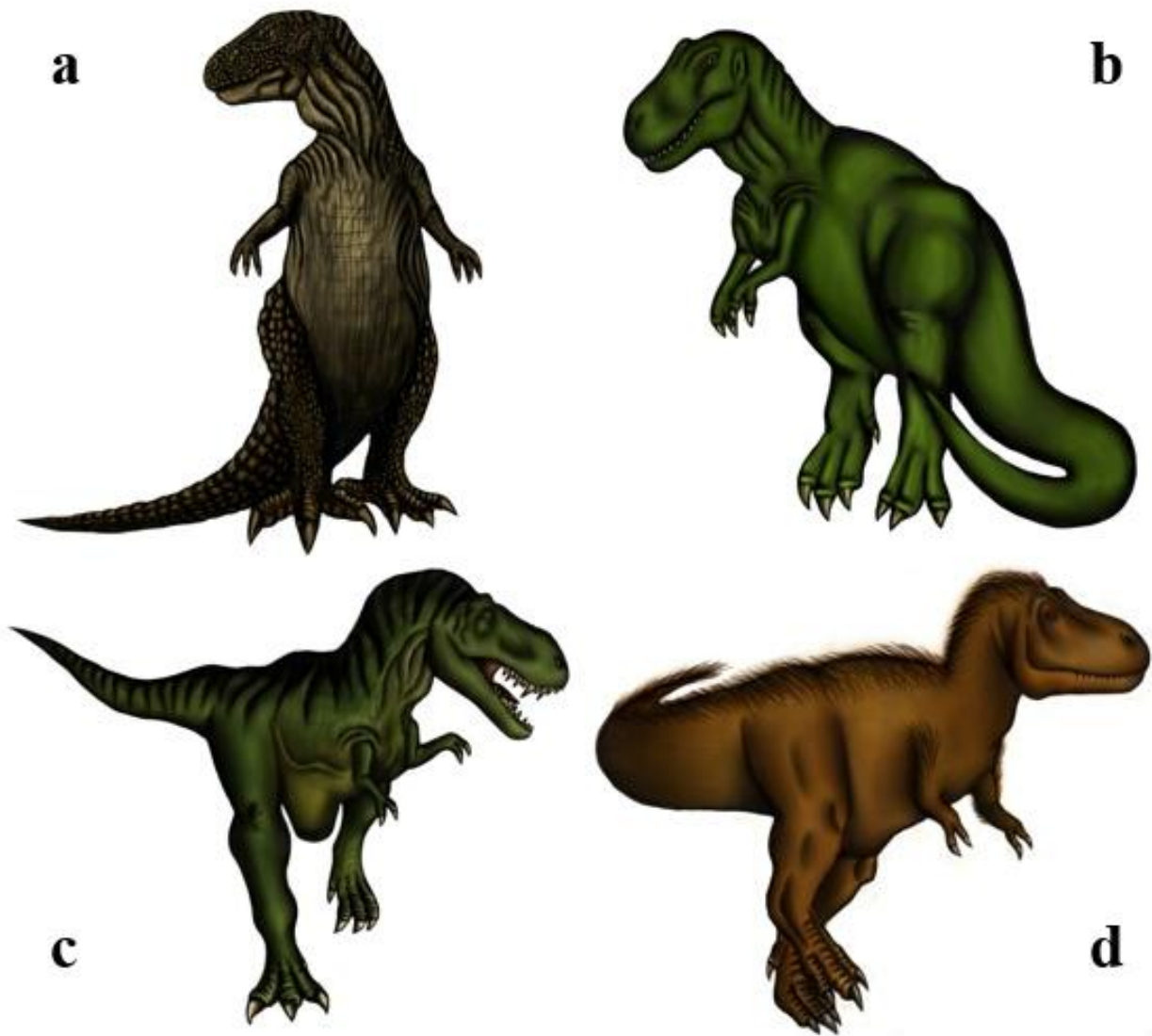
Para determinar las etapas presentes en la representación científica del *T. rex* se revisaron las obras más representativas de paleoartistas destacados. Se seleccionaron 22 imágenes, que van desde 1905 hasta 2015. La relación utilizada de autores, junto al año de realización/ publicación de la obra es la siguiente: William Diller Matthew, 1905; L.M.Sterling, 1906; Charles Knight, 1906; Charles Knight, 1927; Dzenek Burian, 1938; Charles Knight, 1946; Rudolph Zallinger, 1947; Neave Parker, 1950s; Robert Bakker, 1986; Mark Hallett, 1987; Gregory Scott Paul, 1988; Matt Smith, 1995; John Gurche, 2000; Luis V.Rey, 2001; Raúl Martín, 2004; Dougal Dixon, 2006; Hutchinson & Gatesy, 2006; Michael Skrepnick, 2009; Gregory Scott Paul, 2010; Mark Witton, 2015; Luis V. Rey, 2015; Crawley Creatures, 2015. Los 2 primeros casos corresponden a reconstrucciones esqueléticas y no reconstrucciones en vida, que son incluidas en este trabajo debido a la influencia que tuvieron en la obra de Charles Knight. El último caso corresponde a la empresa creadora del tiranosaurio utilizado para el documental de National Geographic *T-rex Autopsy*. Además, la cambiante anatomía del *T.rex* fue utilizada posteriormente para la realización de una obra que recopila la evolución de la morfología del mismo a lo largo del tiempo (**Figura 1**).

## 3. Resultados y Discusión. Etapas de la representación científica de *T. rex*

En base a las imágenes utilizadas, se han establecido 4 etapas: de 1905 a 1930s, de 1930s a 1985, de 1985 a 1995, y de 1995 a la actualidad.

- La **1ª etapa** es comenzada por 2 reconstrucciones esqueléticas. La primera, de 1905, se realizó cuando el esqueleto aún estaba siendo preparado, y contiene gran cantidad de imprecisiones, presentando una cabeza triangular, una órbita de gran tamaño (tanto como la fenestra anteorbital), un cuello y espinas neurales cortas y una cola demasiado larga (véase Glut, 2008). La estructura de la mano no está clara, como se indica en el pie de foto del trabajo original (Osborn, 1905). La 2ª reconstrucción, de 1906, es más precisa, con el cráneo mejor estructurado, un cuello más largo y una órbita más alargada, pero con una cola similar a la reconstrucción de 1905 (Glut, 2008). Para las partes que faltaban se basaron en *Allosaurus*, lo que explica la reconstrucción de una mano con 3 dedos funcionales (Glut, 2008). Tras esto, Charles Knight realizó en 1906 la primera recreación del aspecto en vida del *T.rex*, con un cráneo subtriangular y aspecto escamoso. Presenta la cola apoyada en el suelo, y el ojo adelantado (bajo el lacrimal) lo cual llama la atención teniendo en cuenta que Knight estaba asesorado por científicos y

conocía bien la anatomía animal (Glut, 2008). Esta reconstrucción es la principal influencia en la forma de ver al *T.rex* hasta los años 30.



**Figura 1.** Representación paleoartística de cada una de las etapas presentes en la ilustración científica del *T.rex* desde 1905 hasta la actualidad. **a.** 1ª Etapa (1905 a 1930s). **b.** 2ª Etapa (1930s a 1985). **c.** 3ª Etapa (1985 a 1995). **d.** 4ª Etapa (1995 a la actualidad).

- La **2ª etapa** está principalmente influenciada por la obra más famosa de Charles Knight, su tiranosaurioenfrentándose a un *Triceratops*, de 1927. En este los ojos están bien colocados, presenta 2 dedos en lugar de 3 y la postura está más horizontalizada, aunque la cola aún es demasiado larga y se sigue apoyando sobre el suelo (Glut, 2008). El tiranosaurio de la obra *Age of the Reptiles* de Rudolph Zallinger, de 1947, presenta una posición vertical, una cabeza triangular y unos brazos muy pequeños, y tuvo una

gran influencia en las reconstrucciones durante los años 50 y 60 (Glut, 2008). Desde la descripción original de 1905 hasta los años 70, la mayor parte de las ilustraciones, tanto científicas como populares, muestran al *T.rex* en una postura relativamente erecta, con la cola apoyada en el suelo y un ángulo de la columna vertebral respecto del suelo mayor de 50° (véase Ross *et al.*, 2013). Esta postura fue criticada por primera vez por Newman en 1970, aludiendo a que al menos parte de la columna vertebral era rígida y que la articulación del cóndilo occipital con el atlas era difícil, sino imposible (Newman, 1970). Esto contribuyó a la “dinosaur renaissance” de los años 70 y 80, donde además de cambios en la postura, se postuló la idea de que el *T.rex* podría moverse rápidamente, incluso correr, tras sus presas (Bakker, 1986), dejando atrás la idea de un gran lagarto lento y torpe. A pesar de esto, muchos estudiantes de todas las edades siguen concibiendo en la actualidad al *T.rex* en su postura clásica (Ross *et al.*, 2013). Se ha determinado que esta etapa dura desde los años 30 hasta 1985.

-La **3ª etapa** comenzó cuando a finales de los años 60 cambió la opinión científica sobre la fisiología y la postura de los dinosaurios terópodos, y de este modo, la forma en que los artistas los representaban (Ross *et al.*, 2013). Estos eran más activos y ágiles, con la columna horizontal, el cuello con una curva en forma de S y la cabeza más cerca de las caderas (Ross *et al.*, 2013). Fueron paleontólogos como Robert Bakker, Stephen Czerkas, Brian Franczak, John Gurche, Mark Hallett, Douglas Henderson y Gregory Scott Paul los creadores de nuevas versiones que gradualmente reemplazaron a los modelos más antiguos y desfasados, siendo este último el que quizás más que ningún otro ha influenciado a una nueva generación de paleoartistas (Glut, 2008), y que es la principal influencia de esta etapa en la reconstrucción del tiranosaurio. Se ha determinado que esta etapa dura desde 1985 hasta 1995.

- La **4ª etapa** comienza en los años 90, cuando una nueva ola de investigación paleontológica llevó a una revisión de las interpretaciones realizadas en los 80 (Ross *et al.*, 2013), enfatizando las dificultades en reconstruir el comportamiento con precisión, llevando a reproducciones más conservadoras, pero aún así muy alejadas de la antigua concepción (véase Farlow, 1995). Las conclusiones de Farlow fueron apoyadas por las posteriores simulaciones por ordenador de la biomecánica del *T. rex* de John Hutchinson y colaboradores (véase Ross *et al.*, 2013), determinando que era más pausable una postura no completamente horizontalizada (Hutchinson & Gatesey, 2006), así como que el tiranosaurio no era un corredor tan rápido y dinámico como se había planteado con anterioridad. A pesar de ello, hay autores como el propio Gregory Scott

Paul que mantienen posturas más dinámicas y mayores velocidades (Ross *et al.*, 2013). Como miembro de Coelurosauria se ha hipotetizado que *T. rex* tuviera también plumas. El descubrimiento de estas estructuras en tyrannosauroides como *Dilong paradoxus* (Xu *et al.*, 2004) y *Yutyrannus huali* (Cheung, 2012) han influido en las reconstrucciones de *T. rex* de los últimos años, apareciendo total o parcialmente cubiertos.

### Agradecimientos

Quiero agradecer a José Luis Sanz las puntualizaciones que ha realizado para que este sea un trabajo mejor.

### Referencias

- Bakker, R.T. 1986. *The dinosaur heresies*. William Morrow and Company, New York, 481 pp.
- Glut, D. 2008. Tyrannosaurus rex: A century of celebrity. In: *Tyrannosaurus rex, the tyrant king*. Indiana University Press, 399- 427.
- Hutchinson, J.R., & Gatesey, S.M. 2006. Beyond the bones. *Nature*, 440, 292–294.
- Osborn, H. F. 1905. Tyrannosaurus and other Cretaceous carnivorous dinosaurs.
- Ross, R. M., Duggan-Haas, D., & Allmon, W. D. 2013. The Posture of Tyrannosaurus rex: Why Do Student Views Lag Behind the Science?. *Journal of Geoscience Education*, 61,1, 145-160.
- Xu, X., Norell, M. A., Kuang, X., Wang, X., Zhao, Q., & Jia, C. 2004. Basal tyrannosauroids from China and evidence for protofeathers in tyrannosauroids. *Nature*, 431,7009, 680-684.
- Xu, X., Wang, K., Zhang, K., Ma, Q., Xing, L., Sullivan, C., Dongyu, H., Shuqing, C., & Wang, S. (2012). A gigantic feathered dinosaur from the Lower Cretaceous of China. *Nature*, 484, 7392, 92-95.

## **Building DinoScience 3D: paleoart, science and education**

### **Construyendo DinoScience 3D: paleoarte, ciencia y educación**

Daniel Vidal Calés<sup>1\*</sup>, Javier Bollaín<sup>2</sup>, Francisco Ortega<sup>3</sup> & José Luis Sanz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Unidad de Paleontología, Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid, C/ Darwin 2 28049, Madrid \*rickraptor@me.com

<sup>2</sup> Render Area S.L. Ronda de Valdecarrizo, 11, 28760 Tres Cantos, Madrid

<sup>3</sup> Grupo de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNED. c/ Senda del Rey, 9. 28040. Madrid, España.

**Palabras clave:** Paleontología, Arte, Nuevas tecnologías, Museología

**Keywords:** Paleontology, Art, New technologies, Museology

#### **1. Introduction**

DinoScience 3D is an app designed for mobile devices, such as tablet computers and smartphones, which aims to teach the evolutionary relationships of the main dinosaur groups. It has an up to date database with more than 700 dinosaur genera, and includes 3D reconstructions of 14 dinosaurs animated in real time. The application was developed by the company Render Area SL in close collaboration with professional paleontologists. Although developed as a downloadable application for personal devices, it has also been incorporated as a permanent addition to several museum exhibitions from Spain. Its 3D reconstructions include the most up-to-date knowledge available in all their aspects: anatomy, biomechanics and soft tissue appearance. Here we present the process followed to build each of the digital reconstructions, addressing the benefits and caveats of the process as well as the possible improvements for future versions. DinoScience 3D can be downloaded at AppStore and/or PlayStore for free.

#### **2. Reconstruction and Methodology**

The main steps for reconstructing the dinosaurs of DinoScience 3D are similar to those delineated by Paul & Chase (1989). The dynamic of scientific advice was mostly through real time videoconference and the aid of remote control desktop sharing software, so that the scientific advisors could modify the model themselves. Almost every detail of scientific evidence available to the authors' knowledge was implemented to each of the reconstructions and only some minor details have been omitted, since they were considered not viable under the budget and runtime available. It has to be noted as well that the final models would have a lower resolution, thus some fine

looking details (i.e. feathers, very detailed scales) could not be rendered in a completely satisfactory way in real time animation. The reconstruction would follow the same scheme for most of the dinosaurs.

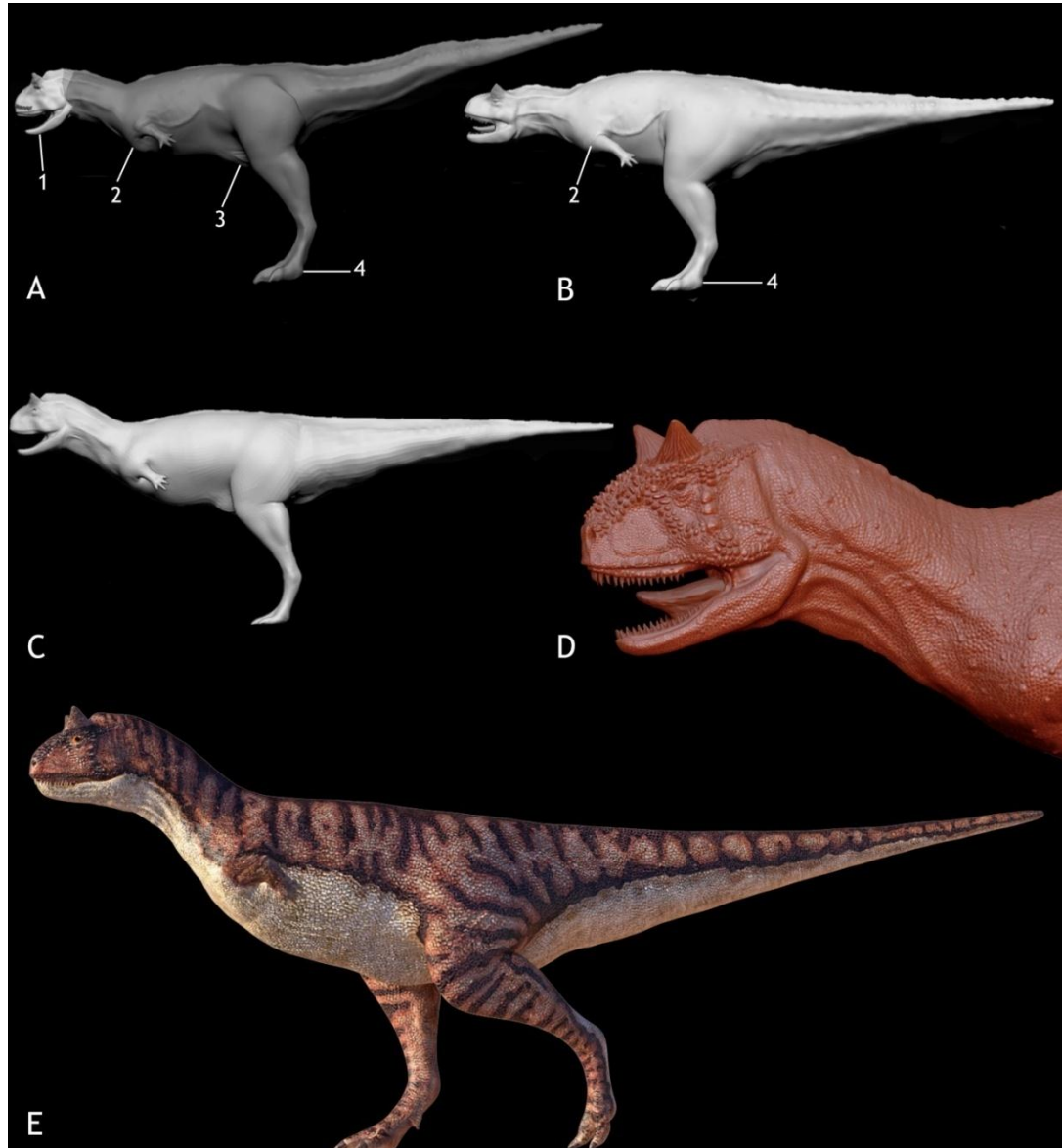
### 3. Digital modeling

i) General shape and proportions, where rigorous skeletal drawings were used as blueprints to build the 3D mesh. This information comes from technical literature and accurate references such as Paul 2010 or the image gallery of Scott Hartman's skeletal reconstructions, ([www.skeletaldrawing.com](http://www.skeletaldrawing.com)). The base meshes usually consisted of pre-existing 3D meshes, either commercial models or scans of scale models (Fig. 1A). The main proportions were adjusted to the skeletons. For taxa without available skeletal reconstructions (i.e. *Ampelosaurus* or *Pelecanimimus*) direct measurements of available fossils were used to restore the main anatomical proportions.

ii) Detailed anatomy, such as claw arrangement, teeth number and shape and muscle or flesh volume was added later (Fig. 1B). Here, we employed the original fossil figures from publications to add the details or, if possible, own unpublished pictures of the fossils directly available for our consulting. Previously published studies on the volume of flesh and muscles (i.e. Persons & Currie 2010) were employed to estimate the overall volume in our models. "Fleshier" reconstructions were favored in spite of more "skinny" or "skin-and-bones" approaches (Fig. 1C). Missing information was recovered from the phylogenetic context of the animal reconstructed, that is, identifying the structure in the closest animals and assigning the most parsimonious anatomical trait to the animal to be reconstructed, using the "extant" phylogenetic bracket method (Witmer, 1995).



iii) Skin texture and color was finally added. Evidence for skin texture and structure (feathers or scales) is known for most dinosaur clades and, again, missing information for some specific cases was recovered from the phylogenetic context. Custom skin brushes were created using the published fossil impressions and used to create the textures and details on the mesh (Fig. 1D). Feathers were incorporated separately as



different objects.

**Figure 1** - Step by step reconstruction of *Carnotaurus sastrei*. A - Early stage basic mesh, with general proportions different from the fossil material as well as some inaccuracies (1 - Head shape different from the original skull; 2 - Shoulder too high; 3 - Pubic boot not pronounced and thigh muscles not well blended within the body; 4 - foot too large and with exaggerated "monstrous" features, such as giant claw size). B - Basic mesh with proportions and some inaccuracies corrected (note that 2 - shoulder is now too low and 4 - feet remain unchanged). C - Final basic mesh, with all proportions and inaccuracies corrected,

ready to add the detail. D - Close up of the detailed mesh, which incorporates direct evidence of fossilized skin (Bonaparte et al.1990). E - Final model from DinoScience 3D with color texture.

All the 3D modeling was done in Zbrush software, mainly with the Move and Clay Tubes brushes and custom alpha brushes for details such as skin.

### 4. Animating walking gaits

i) Rigging the mesh, in which a rudimentary skeleton made of simple polygons, which simulate joints, was assigned to each model in order to animate it. ii) Gait animation followed, whenever possible, the evidence of fossil dinosaur footprints. This rendered gaits very different from those typically depicted (i.e. large theropods walking with their feet rotated outwards instead of inwards, sauropods without representing the narrow and wide gauges left in footprints...). Other motions, such as neck and tail swings, were best estimates based upon existing biomechanical studies (i.e. Mallison 2010). Some of the reconstructions, however, are very speculative in their gaits due the poor knowledge of the group (i.e. *Pachycephalosaurus*).

### Acknowledgements

Thanks to Gregory S. Paul and Scott Hartman for doing such accurate skeletal illustrations of dinosaurs and making it available for researchers and artists and to reviewers Josep Fortuny and Rafael Menéndez for their helpful comments.

### References

- Bonaparte, J. F., Novas, F. E., & Coria, R. A. 1990. *Carnotaurus sastrei* Bonaparte, the horned, lightly built carnosaur from the Middle Cretaceous of Patagonia. *Contributions in Science*, 416, 1–42.
- Mallison, H. 2010. CAD assessment of the posture and range of motion of *Kentrosaurus aethiopicus* Hennig 1915. *Swiss Journal of Geosciences*, 103 2, 211-233.
- Paul, G.S. & Chase, T.L. 1989. Restoring extinct vertebrates. In: *The Guild Handbook of Scientific Illustration 1*. ( ed. Hodges, E.R.S.) John Wiley and Sons, New York. 239-255.
- Paul, G.S. 2010. *The Princeton Field Guide to Dinosaurs*. Princeton University Press, Princeton 320 pp.
- Persons, W. S. & Currie, P. J. 2011. The Tail of *Tyrannosaurus*: Reassessing the Size and Locomotive Importance of the *M. caudofemoralis* in Non-Avian Theropods. *The Anatomical Record*, 294: 119–131. doi: 10.1002/ar.21290

Witmer, L.M. 1995. The extant phylogenetic bracket and the importance of reconstructing soft tissues in fossils, in Thomason, J. (Ed.) *Functional Morphology in Vertebrate Paleontology*. Cambridge University Press, Cambridge, 19-33

## **Evolución de la representación de Dromaeosauridae en el paleoarte y la cultura popular**

### **Evolution of Dromaeosauridae representation through paleoart and popular culture**

Raúl San Juan Palacios<sup>1\*</sup> & Marco Ansón Ramos<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, José Antonio Novais 2, Madrid 28040.

\*rasanjua@estumail.ucm.es

<sup>2</sup>Departamento de Dibujo II, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Greco 2, Madrid 28040.

**Palabras clave:** Dromaeosauridae, Paleontología, Paleoarte, Reconstrucción, Ilustración

**Key words:** Dromaeosauridae, Paleontology, Paleoart, Restoration, Illustration

#### **Resumen**

Los Dromaeosauridae son un grupo de terópodos maniraptores de pequeño y mediano tamaño que presentan diversos tipos de plumas de distinta complejidad. Son conocidos desde hace un siglo, pero no es hasta finales de los años 60 que aumentó su popularidad. Gregory Scott Paul, una de las principales influencias de la “dinosaur renaissance” de los años 80, desarrolló la hipótesis en 1988 de que los dromeosáuridos estaban muy relacionados con las aves y por lo tanto, emplumados. Esto sería confirmado por el número creciente de descubrimientos de dinosaurios con plumas desde los años 90 hasta la actualidad, que junto al cambio de posición de las manos terópodas de pronadas a supinadas presente en trabajos modernos, ha supuesto una revolución entre los paleoartistas y paleontólogos, que se mantienen al ritmo de avance de la ciencia actual. Por otra parte, el trabajo de Paul sirvió de inspiración para la película *Jurassic Park* (de gran influencia en la cultura popular y causante del incremento de la dinomanía en los años 90), y que sin embargo mantuvo la antigua concepción de los dinosaurios escamosos, al igual que ha hecho la última y más reciente continuación de la saga *Jurassic World*, perpetuando esta concepción errónea de los dromeosáuridos.

## Abstract

Dromaeosauridae is a maniraptoran theropod's group from small to medium body size, with different feather's types of varying complexity. They are known since a century ago, but until the end of 1960s their popularity didn't grow. The 80s's "dinosaur renaissance" main influence, Gregory Scott Paul, hypothesized in 1988 a close relationship of dromaeosaurids with birds, hence they are feathered. Discovery of feathered dinosaurs since 90s until nowadays confirm this hypothesis, which in combination with theropod hand's changes from supinated to pronated disposition has supposed a revolution among paleoartists and paleontologists, keeping pace with current science. On the other hand, Paul's work inspire *Jurassic Park* (of great influence in popular culture and dinomania increment in 90s), and yet kept scaled dinosaur's old idea, like last and recent movie from this saga, *Jurassic World*, continuing this dromaeosaurid's old thought.

## 1. Introducción

Dromaeosauridae es el grupo monofilético que incluye a *Dromaeosaurus albertensis* y a todos los Deinonychosauria más relacionados con este que con *Troodon formosus* o *Passer domesticus* (Sereno, 1998). Son un grupo de terópodos (dinosaurios carnívoros bípedos) maniraptores de pequeño y mediano tamaño, del Jurásico Superior al Cretácico Superior de China, Mongolia, Norteamérica y Sudamérica (Chatterjee, 2015), así como en Europa (*Balaur*, *Variraptor*, *Pyroraptor*) y en Madagascar (*Rahonavis*). Presentan una constitución ligera, con huesos neumatizados y colas rígidas en su parte más distal. Tienen extremidades alargadas con 3 dedos acabados en garras afiladas y curvadas, teniendo las posteriores en el segundo dedo una garra larga y despegada del suelo (Weishampel *et al.*, 2004).

Las plumas en los dinosaurios son uno de los aspectos anatómicos más interesantes y relevantes del campo de la paleobiología y el paleoarte en la actualidad. Las plumas se desarrollan a partir de las escamas reptilianas, dando lugar a 5 tipos diferentes, en orden creciente de complejidad (Prum & Brush, 2002). Se consideran 9 morfotipos en total, de los cuales los dromaeosáuridos poseen los tipos 3 (conjuntos de barbas que nacen de un mismo filamento), 4 (filamentos con barbas verticiladas en su parte distal), 5 (filamentos con barbas verticiladas en toda su longitud), 8 (plumas complejas simétricas) y 9 (plumas complejas asimétricas) (véase Xu *et al.*, 2010).

Dromaeosauridae es uno de los grupos más famosos entre los dinosaurios, y una referencia en el cambio de apariencia que estos están sufriendo en la actualidad. Este trabajo pretende mostrar, de manera breve y general, el paso de los dromeosáuridos a través del paleoarte mediante el estudio de sus características, dando unas pinceladas en la evolución de su imagen desde los orígenes de su descubrimiento, hace ya casi un siglo, hasta nuestros días.

## **2. Evolución de la imagen de Dromaeosauridae**

El género que da nombre al grupo y a partir del cual se describió la familia, *Dromaeosaurus*, fue descrito a comienzos de los años 20 (Matthew & Brown, 1922), así como el miembro más conocido de Dromaeosauridae, Velociraptor, descubierto en 1923 y descrito en 1924 (Osborn, 1924).

A pesar de estos orígenes tan tempranos, los dromeosáuridos poseen una escasa representación, tanto en la ilustración científica como en la cultura popular, desde los años 20 hasta los años 70. Una posible explicación a este suceso es que debido a sus características físicas, siendo presentados como seres de pequeño y mediano tamaño, ágiles y activos, contrastan fuertemente con el aspecto predominante de los dinosaurios hasta finales de los años 60 de este siglo, los cuales eran descritos como animales grandes, torpes y lentos, de metabolismo bajo.

No fue hasta el principio de la “dinosaur renaissance” a comienzos de los años 80 del pasado siglo, cuando comenzaron a gozar del gran reconocimiento que poseen en la actualidad (tanto en los círculos académicos como en la cultura popular), convirtiéndose en uno de los grupos más famosos de dinosaurios de las últimas décadas y uno de los referentes al cambio de estética de estos.

Uno de los primeros impulsores en el conocimiento de los dromeosáuridos fue John Ostrom, describiendo a *Deinonychus* a finales de los años 60 (Ostrom, 1969). Este trabajo incluye la primera reconstrucción, realizada por Robert Bakker, de este dinosaurio, presentándolo como un animal ágil y activo en una situación de plena carrera a pesar de su apariencia reptiliana (Figura 1. A). Esta imagen pasa a ser una gran influencia para los trabajos posteriores, convirtiendo a este género de dinosaurios en particular y a los dromaeosáuridos en general en un vector importante de la revolución que estaba por llegar.

Sería a mediados de los años 70 cuando se encontrarían algunos casos de dinosaurios con plumas, como es el caso de Sarah Landry, que realiza la primera representación de un dinosaurio (*Coelophysis*) con filamentos (Bakker, 1975). El número de

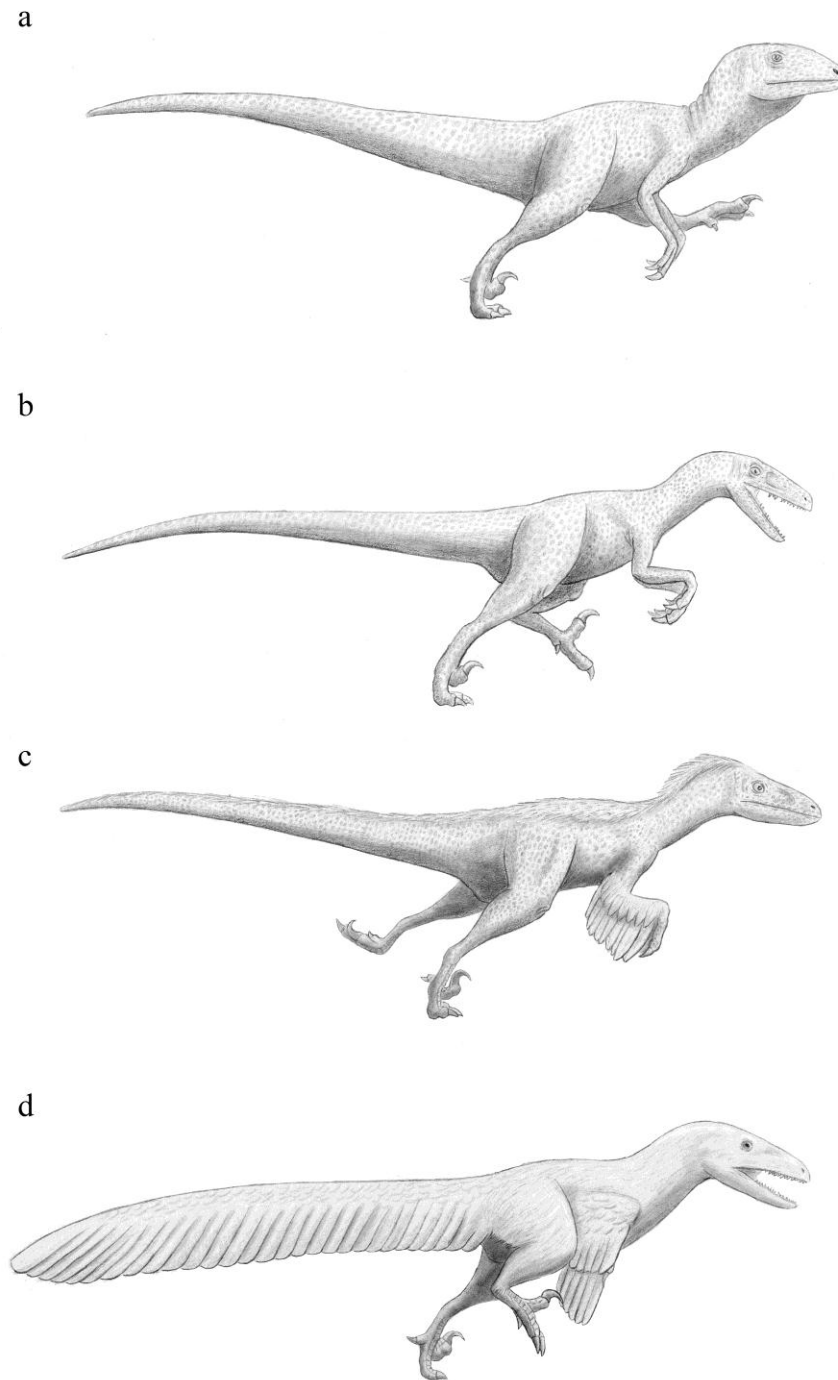


Figura 1. Reconstrucciones históricas de *Deinonychus antirrhopus*. A) según la primera reconstrucción de Bakker en 1969. B) reconstrucción popularizada desde los 90 gracias a Greg Paul y *Jurassic Park*. C) representaciones con plumas y filamentos en regiones localizadas según la interpretación de algunos ilustradores. D) reconstrucción actual cubierta de plumas según los últimos descubrimientos en dromeosáridos hasta 2016. Dibujos de Marco Ansón.

representaciones de los dromeosáuridos aumenta drásticamente en los años 80, en base a trabajos de otros impulsores de la “dinosaur renaissance” como es el caso de *Predatory dinosaurs of the world: a complete illustrated guide* de Gregory Scott Paul (Paul, 1988), y que sirvió de inspiración en la realización de la obra literaria de 1990 y posterior película de 1993 *Jurassic Park*. Este autor plantea en este libro la hipótesis de que los dromaeosaurios están cercanamente relacionados con las aves, apareciendo cubiertos con algún tipo de filamentos; sin embargo, y a pesar de basarse en él, la película prescindió de la cobertura filamentosa de los dromaeosaurios, manteniendo la concepción estética antigua y reptiliana, por las que los artistas los continuaban representando con la vivacidad heredada de Bakker y Paul, pero con la piel cubierta únicamente por escamas. *Jurassic Park* supuso una gran influencia para los dromeosáuridos (Figura 1. b), especialmente para el género *Velociraptor*, que es relativamente desconocido popularmente hasta su papel antagonista en esta película (Moore, 2014).

A mediados de los años 90 se gestó una nueva revolución fruto del descubrimiento de plumas en dinosaurios no avianos. Entre estos, los dromaeosaurios destacan por convertirse en una tendencia a la hora de innovar en el mundo del paleoarte, en vista de los nuevos hallazgos de dromeosáuridos emplumados como es el caso de *Rahonavis* (1998), *Sinornithosaurus* (1999), *Microraptor* (2000), *Velociraptor* (2007), *Changyuraptor* (2014), *Zhenyuanlong* (2015) o *Dakotaraptor* (2015). El descubrimiento de microraptos completamente emplumados (Xu *et al.*, 1999, Xu *et al.*, 2003) han llevado a paleoartistas contemporáneos como Gregory Paul, Raúl Martín o Emily Willoughby a representar a los animales casi totalmente cubiertos de estructuras filamentosas, presentando plumas desarrolladas en diferentes zonas de su cuerpo (Figura 1.d), y cada vez son más artistas los que comienzan a posicionar plumas en determinadas partes de la anatomía de los dromeosáuridos, si bien algunos algo temerosos de esta tendencia las han posicionado localmente y no cubriendo la totalidad del animal (Figura 1.c)

Otro cambio importante fue el paso de la postura pronada de las manos de los dinosaurios terópodos de sus primeras representaciones a una postura supinada, con las palmas dirigidas hacia el plano medio (Senter & Robins, 2005; Sullivan *et al.*, 2010), descubrimiento que se vio reflejado en el paleoarte, cambiando radicalmente las representaciones de dromeosáuridos desde ese momento.



La visión de los dinosaurios ha cambiado radicalmente en los últimos 15 años gracias al trabajo de los paleontólogos y su representación gráfica a través del paleoarte. Sin embargo, este cambio no se ha visto reflejado en la cultura popular, y a día de hoy sigue habiendo una concepción errónea de estos animales, fruto de la ciencia ficción, tanto en adultos como en niños. El caso más actual y llamativo es el de la película de 2015 *Jurassic World*, que al contrario que su antecesora de 1993 no ha causado un gran impacto en la dinomanía y ha perpetuando la concepción errónea que se ha mantenido y se mantiene desde los años 90. En esta situación, es el paleoarte (Ansón *et al.*, 2015) el que tiene que mantenerse al día y llegar al público popular tanto en museos como en publicaciones, para actualizar la concepción global que se tiene de los Dromaeosauridae fruto de la paleoimagería (Debus & Debus, 2002).

### 3. Conclusiones

La imagen de los dromaeosáuridos ha cambiado a lo largo del tiempo, siendo mayor su influencia desde finales de los años 60 y especialmente desde finales de los años 80. Los últimos descubrimientos y estudios en los terópodos, especialmente en los dromaeosáuridos, ha llevado a una revolución entre los paleoartistas y paleontólogos, adaptando las representaciones al conocimiento actual del que disponemos. Por el contrario, la cultura popular se ha quedado estancada, basándose aún en la antigua concepción de los dromaeosáuridos escamosos promovida por películas como *Jurassic Park* de los años 90, y su actual y más reciente continuación, *Jurassic World*.

### Agradecimientos

Los autores queremos agradecer a Jonathan Pelegrin y a Mattia Baiano sus buenos consejos y ayuda en este trabajo.

### Referencias

- Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2015. Paleoart: term and conditions (a survey among paleontologists). In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 28-34.
- Bakker, R. T. 1975. Dinosaur renaissance. *Scientific American*, 232, 4, 58-78.
- Chatterjee, S. 2015. *The rise of birds: 225 million years of evolution*. Johns Hopkins University Press, Maryland, 392 pp.

Debus, A. A. & Debus, D. E. 2002. *Paleoimagery: The evolution of dinosaurs in Art*. Mc Farland & Company Incorporated Publishers, North Carolina, 293 pp.

Matthew, W. D. and B. Brown. 1922. The family Deinodontidae, with notice of a new genus from Cretaceous of Alberta. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 46, 367-385.

Moore, R. 2014. *Dinosaurs by the Decades: A Chronology of the Dinosaur in Science and Popular Culture*. ABC-CLIO, California, 473 pp.

Osborn, H. F., Kaisen, P. C., & Olsen, G. 1924. Three new theropoda, Protoceratops zone, central Mongolia. *American Museum Novitates*, 144, 1-12.

Ostrom, J. H. 1969. Osteology of Deinonychus antirrhopus, an unusual theropod from the Lower Cretaceous of Montana. *Peabody Museum of Natural History Bulletin*, 30, 1-165.

Prum, R. O., & Brush, A. H. 2002. The evolutionary origin and diversification of feathers. *The Quarterly review of biology*, 77,3, 261-295.

Senter, P., & Robins, J. H. 2005. Range of motion in the forelimb of the theropod dinosaur *Acrocanthosaurus atokensis*, and implications for predatory behaviour. *Journal of Zoology*, 266, 3, 307-318.

Sereno, P.C. 1998. A rationale for phylogenetic definitions, with application to the higher-level taxonomy of Dinosauria. *Neues Jahrbuch fuer Geologie und Palaeontologie. Abhandlungen*, 210, 41-83.

Sullivan, C., Hone, D. W., Xu, X., & Zhang, F. 2010. The asymmetry of the carpal joint and the evolution of wing folding in maniraptoran theropod dinosaurs. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 283, 1825. DOI: 10.1098/rspb20092281.

Turner, A. H., Makovicky, P. J., & Norell, M. A. 2007. Feather quill knobs in the dinosaur Velociraptor. *Science*, 317, 5845, 1721-1721.

Weishampel, D. B., Dodson, P., & Osmólska, H. (Eds.). 2004. *The Dinosauria*. University of California Press, California, 880 pp.

Xu, X., Wang, X. L., & Wu, X. C. 1999. A dromaeosaurid dinosaur with a filamentous integument from the Yixian Formation of China. *Nature*, 401, 750, 262-266.

Xu, X., Zhou, Z., Wang, X., Kuang, X., Zhang, F., & Du, X. 2003. Four-winged dinosaurs from China. *Nature*, 421, 6921, 335-340.

Xu, X., Zheng, X., & You, H. 2010. Exceptional dinosaur fossils show ontogenetic development of early feathers. *Nature*, 464, 7293, 1338-1341.

**Los Pterosaurios y su representación popular**  
**Pterosaurs and their popular rendering**

Cristina Medina Vílchez<sup>1</sup>

1 Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Greco 2, Madrid  
28040. maricri27@hotmail.com

**Palabras clave:** Paleontología, arte, pterosaurios, representación, diferencias.

**Keywords:** Paleontology, art, pterosaurs, representations, differences.

**Resumen**

Actualmente se conocen más de cien especies de pterosaurios diferentes y las investigaciones científicas han permitido una gran evolución en las reconstrucciones de los mismos. Sin embargo, existe una gran diferencia entre la imagen popular de estos animales prehistóricos, evidentemente ficticia, y las representaciones científicas o de paleoartistas, mucho más precisas.

**Abstract**

Over a hundred of different pterosaur species are currently known. Scientific research has enabled the development of their reconstructions. However, there is a big difference: the popular image of these prehistoric animals is clearly fictional, whereas representations made by scientists or paleoartists are more accurate.

Cuando nos hablan sobre dinosaurios, automáticamente una imagen nos pasa por la mente, aunque probablemente ésta corresponda más a una película de ciencia ficción que al aspecto que ese animal tenía en realidad. Incluso ciertas recreaciones científicas de algunas especies responden en parte a especulaciones. El aspecto externo, como el color, es una de las características más difíciles de definir. El grado de especulación depende de la cantidad y calidad de los restos fósiles encontrados (Goss, 1985; web 1). Hay especies cuyo aspecto es bien conocido por los paleontólogos, pues se han encontrado restos en abundancia, pero en otros casos no es así. Sin embargo las investigaciones continúan, y a medida que se encuentran nuevos restos, la recreación va evolucionando. Obviamente, estos estudios avanzan lentamente, un ritmo demasiado lento para la creación de libros, películas y otras representaciones artísticas. Éstas se

suelen tomar sus propias licencias, creando representaciones más cercanas a sus necesidades pero más lejos de la realidad.

En el caso de los dinosaurios, sus representaciones en la ficción popular han ido evolucionando y a veces se ajustan bastante a los estudios vigentes, el número de especies conocidas popularmente es también bastante amplio. No ocurre lo mismo con los pterosaurios (web 2). Aunque suelen compartir hábitat con los dinosaurios en películas e imágenes, sus reconstrucciones son bastante pobres, han evolucionado poco y, a pesar del gran número de géneros y especies que existieron, popularmente apenas se conocen cuatro de ellos, el *Pteranodon*, *Rhamphorhynchus*, *Pterodactylus* y *Quetzalcoatlus* (Caroline Arnold & Laurie A. Caple, 2004). A veces ni siquiera corresponden a ninguno de estos géneros, sino a una mezcla ficticia. Existe, por lo tanto, una gran diferencia entre las representaciones científicas, las de ciencia ficción y las de paleoartistas en general.

La primera reconstrucción del aspecto de un pterosaurio en vida la realizó el científico Jean Hermann en 1800 (E. Buffetaut & J.M. Mazin, 2003; Taquet & Padian, 2004). Se trataba de un *Pterodactylus antiquus*. Hermann, quien consideraba que se trataba de un animal intermedio entre los mamíferos y las aves pero más próximo a los primeros, lo representó como un ser volador con alas circulares formadas por una membrana que se extendía desde el cuello hasta cerca del tobillo, sostenida por el cuarto largo dedo. Tenía unas orejas pequeñas y estaba cubierto de pelo. En 1817 Soemmerring realizó una interpretación del contorno del *Pterodactylus* en la que prolongaba la membrana hasta los pies y la cola. No existía unanimidad entre los científicos sobre el aspecto y la naturaleza del *Pterodactylus*. Aún en 1830 el zoólogo Johann Georg Wagler lo representaba como un animal acuático que utilizaba sus alas como aletas para nadar, tal y como creía Collini e incluso Wagler en la década de 1830 (Wellnhofer, 1991). Es también destacable la representación de Edward Newman en 1843, en la que aparece como una especie de marsupial con alas (web 3). A medida que han ido apareciendo nuevos restos de pterosaurios, las especulaciones erróneas han dado paso a representaciones mucho más realistas. Actualmente se conocen más de 100 géneros y especies, y se representan como reptiles voladores cubiertos de unos filamentos similares al pelo llamados picnofibras. Su variedad de formas y caracteres es amplia, lo que daría lugar a muchas representaciones que los caractericen entre ellos. Algunos de ellos, como el *Pteranodon*, poseían una cresta ósea sobre la cabeza, o una mandíbula

alargada similar a un pico. El tamaño varía también mucho de unas especies a otras, así como la longitud de la cola, entre otras características (Wellnhofer, 1991).

Ya en 1830 existían representaciones artísticas basadas en fósiles hallados, como la acuarela de Henry de la Bleche, *Duria Antiquior*, considerada la primera obra de Paleoarte (web 4). No perseguían un fin estrictamente científico pero muchas han tenido gran importancia en la representación de estos animales extintos. Otro ejemplo es la obra que realizó W.B Hawkins en 1853 para la Gran Exposición de Londres, contando con el asesoramiento del paleontólogo Richard Owen. Consistía en una serie de esculturas e ilustraciones de animales extintos entre los que se encontraba el *Pterodactylus*, el cual representó con un largo cuello que recordaba a un dragón (web 5). Este pterosaurio era una figura recurrente en sus ilustraciones, como la que realizó en 1873, *St. George and the Pterodactyl*. Existe una gran cantidad de obras en las que se representa el pterosaurio, apareciendo incluso en ornamentos arquitectónicos, como en la antigua Facultad de Ciencias y Medicina de Zaragoza, construida en 1893. En general, y a pesar del matiz de subjetividad que confiere el carácter artístico de estas obras, se ajustan bastante a los conocimientos científicos del momento. Son interesantes también otras exposiciones posteriores organizadas en diferentes países colaborando con artistas y expertos en pterosaurios. Sin embargo, algunas excepciones fueron las iniciadoras de una representación errónea que se ha venido repitiendo hasta nuestros días, la de los pterosaurios con alas similares a las de un murciélago (Kellner, *et al.*, 2009; Hone, *et al.*, 2015). Así es como los imaginan bastantes personas no muy familiarizadas con la paleontología, llegando a aparecer incluso en el cine.

Algunas de las representaciones menos fieles las encontramos, de hecho, en la televisión. Resulta paradójico, ya que es uno de los medios de representación más recientes. Es más, una de las primeras apariciones de un pterosaurio en el cine tuvo lugar en 1925, en la película *El mundo perdido*, adaptación de una novela de Arthur Conan Doyle de 1912. Se trataba de un *Pteranodon* bastante realista para la época (Goss, 1985). Bien representado estaba también el que aparecía en la película King Kong de 1933. Sin embargo, años después encontramos en *Un Millón de años* (1966) a un *Rhamphorhynchus* y un *Pteranodon* con las clásicas alas de murciélago (web 1). Es curioso también que en una película de tal categoría como *Parque Jurásico III* (2001) apareciera un *Pteranodon* con dientes, cuando el propio nombre de esta especie significa “desdentado”. Por suerte, parece que esto empieza a cambiar y van saliendo a la luz bastantes obras en las que, gracias a expertos en pterosaurios, aparecen

representaciones de estos animales bastante precisas (Hone, 2012), aunque siempre sin desligarse de ese papel de bestias terroríficas que en todo momento les ha acompañado, sobre todo en ciencia ficción



**Figura 1.** Concepción popular de los pterosaurios según respuestas obtenidas. Describir el pterosaurio más común. a) Envergadura; b) Recubrimiento de la piel; c) Forma de las alas; d) ¿Tenía cresta ósea?; e) Longitud de la cola; f) ¿Tenía dientes?; g) Existieron, ¿una o más especies?

Tanto es así que resulta inconcebible para el público la idea de un pterosaurio de tamaño similar a un gorrión, como es el recientemente descubierto *Nemicolopterus crypticus*, el cual ni siquiera tenía dientes, nada más lejos de las clásicas representaciones de estos seres (Wang, *et al.*, 2008).

Mención especial merecen algunas obras de paleoarte más actuales. Aunque hay pocos paleoartistas que, o por cuestión de encargo o por cuestión vocacional, hayan realizado una profunda búsqueda de conocimiento en pos de reconstruir pterosaurios. También es cierto que grandes figuras del paleoarte han dedicado parte de su obra a los pterosaurios, entre ellos John Sibbick, Raúl Martín y Mark Witton. La obra de artistas como estos es la que ha contribuido a generar fieles representaciones de pterosaurios, que constituyen una valiosa herramienta para representar y comunicar el conocimiento científico, facilitando que éste pueda llegar al público. Un ejemplo son las ilustraciones en importantes libros sobre pterosaurios, como las de John Sibbick.

Para comprobar si la visión popular de los pterosaurios se debe más a la paleoimaginación o al paleoarte se ha realizado una encuesta a personas de diferentes edades sin mucha relación con la paleontología. Según los resultados, descubrimos que la mayoría de ellas creen que no existieron más de cinco especies de pterosaurios. Al pedirles que describan al pterosaurio más común, la imagen predominante es la de un ser de tamaño similar al de una avestruz, con cresta, dientes, alas de murciélago y cola larga (figura 1). Evidentemente, una combinación de especies y de diferentes imágenes ofrecidas durante años por la ciencia ficción.

Como conclusión, observamos diversas concepciones diferentes respecto a la imagen de los pterosaurios, siendo evidente el abismo que existe entre las del público en general, cuya idea es una confusa mezcla de imágenes tomadas de la ciencia ficción, y aquellas personas algo más interesadas en paleontología y familiarizadas con las representaciones científicas, como son las realizadas por paleoartistas. En las obras de estos últimos podemos descubrir la enorme diversidad pterosaurios de acuerdo a las evidencias científicas, siendo la mejor forma de comunicar lo que se conoce sobre estas maravillosas criaturas. En ellas el color o la acción de las escenas parecen ser unos de los pocos elementos que los estudios dejan a la libre imaginación del artista, por ahora.

### Referencias

Arnold, C. & Caple, A. 2004. *Pterosaurs: rulers of the skies in the dinosaur age*, Houghton Mifflin Harcourt, New York, 1-23.

Buffetaut, E. & Mazin, J.M. 2003. *Evolution and Palaeobiology of Pterosaurs*. The Geological Society, London, 1-8.

Goss, M. 1985. The French Pterodactyl: a Fortean Folly. *Magonia* 21, 75 pp.

Hone, D.W.E. 2012. Pterosaur research: recent advances and a future revolution. *Acta Geologica Sinica*, 86, 1366-1376.

Hone, D.W.E., van Rooijen, M.K., & Habib, M.B. 2015. The wingtips of pterosaurs: anatomy, aeronautical function and ecological implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 440, 431-439.

Kellner, A.W.A., Wang, X., Tischlinger, H., Campos, D.A., Hone, D.W.E. & Meng, X. 2009. The soft tissue of *Jeholopterus* (Pterosauria, Anurognathidae, Batrachognathidae) and the structure of the pterosaur wing membrane. *Proceedings of The Royal Society of London, Series B*, 277: 321-329.

Taquet, P., & Padian, K. 2004. The earliest known restoration of a pterosaur and the philosophical origins of Cuvier's Ossements Fossiles. *Comptes Rendus Palevol*, 3, 157-175.

Wang, X., Kellner, A.W.A., Zhou, Z., & Campos, D.A. 2008. *Discovery of a rare arboreal forest-dwelling flying reptile (Pterosauria, Pterodactyloidea) from China*, 5pp.

Wellnhofer, P. 1991. *The illustrated encyclopedia of pterosaurs*. Crescent Books, 192 pp.

Web 1: <http://www.abc.es/20120424/ciencia/abci-este-autentico-aspecto-dinosaurios-201204232026.html>

Web 2: [https://pterosaur.net/popular\\_culture.php](https://pterosaur.net/popular_culture.php)

Web 3: <http://blogs.scientificamerican.com/history-of-geology/bat-pterodactyls/>

Web 4: <http://pladelafont.blogspot.com.es/2012/08/dinosaurios-y-arte.html>

Web 5: <http://www.strangescience.net/stdino2.htm>



## **Evolución estética del *Tyrannosaurus rex* a lo largo de la historia**

### ***Tyrannosaurus rex* aesthetic evolution throughout history**

Paula Marcos Gutiérrez <sup>1</sup>\*

<sup>1</sup>, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Greco 2, Madrid 28040. \*paulamarcos@telefonica.net

**Palabras clave:** Paleontología, *Tyrannosaurus rex*, evolución, arte, cultura

**Keywords:** Paleontology, *Tyrannosaurus rex*, evolution, art, culture

### **1. Introducción**

El *Tyrannosaurus rex* es el dinosaurio más famoso en la cultura popular y su imagen se ha utilizado tanto en el cine, con películas tan exitosas como *Parque Jurásico*, como en juguetes o videojuegos. El *Tyrannosaurus* fue descrito por Osborn (1905) y a partir de entonces ha sido un motivo de iconografía cambiante.

### **2. Materiales y Métodos**

En el presente trabajo se ha realizado una revisión de la imagen del *Tyrannosaurus rex* a partir de las ilustraciones realizadas de los paleoartistas más icónicos de la historia de este taxón. La selección de artistas referentes se ha realizado consultando la historia del paleoarte (Debus & Debus, 2002) y el trabajo de los paleoartistas más importantes (White, 2012):

William D. Matthew

Charles Knight

Zdeněk Burian

Greg Paul

Raúl Martín

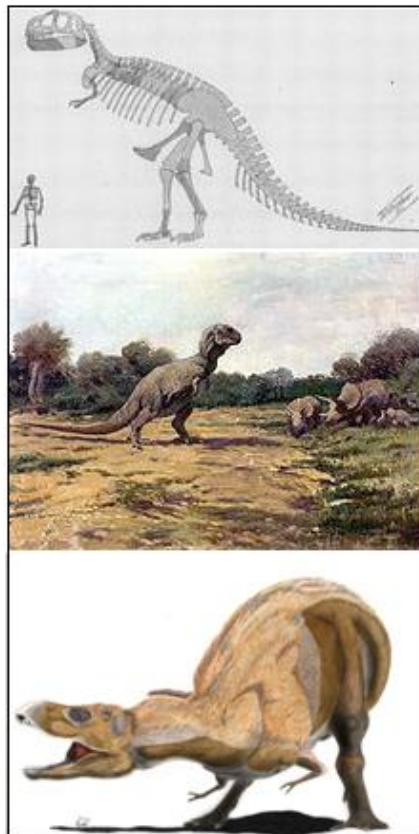
Julius Csotonyi

### 3. Resultados y discusión

Henry Fairfield Osborn fue el primer paleontólogo que colocó los restos óseos del dinosaurio en una postura bípeda en 1905 marcando, a partir de entonces, la tendencia en su reconstrucción.

La primera representación pictórica del *Tyrannosaurus rex* la realizó William D. Matthew, para ilustrar el trabajo de Osborn (1905). Tomando como punto de partida una muestra muy escasa de restos óseos, consiguió representar de forma bastante aceptable el esqueleto del *Tyrannosaurus*. Esta primera representación dista mucho de las actuales.

Sin embargo, como primera reconstrucción oficial, debemos mencionar la realizada por Charles Knight en 1919, que continúa con la postura bípeda. En esta ilustración el dinosaurio aporta ya cierto dinamismo, aunque sigue siendo muy diferente a las representaciones actuales: el cráneo se asemeja al de un lagarto y la larga cola se apoya en el suelo.



**Figura 1.a:** Primera representación del *Tyrannosaurus Rex* por Osborn. **b:** Primera reconstrucción oficial del *Tyrannosaurus Rex* por Charles Knight y **c:** Reconstrucción del *Tyrannosaurus Rex* según los últimos descubrimientos por Paula Marcos.

Las ilustraciones de Burian se asemejan más a la concepción popular *vintage* que tenemos sobre el *Tyrannosaurus rex*: se le sigue dibujando como un animal grande y lento, con poco dinamismo, pero ya con una anatomía más marcada y definida, a pesar de la postura bípeda acorde con el pensamiento de la época.

A partir de la “*Dinosaur Renaissance*” (Bakker, 1975), en la década de 1970, que implica nuevas ideas, interpretaciones y hábitos sobre la forma de vida de los dinosaurios, y su significación en la historia de los organismos vivos, es cuando se acercan los dinosaurios a la cultura en general. La imagen del *Tyrannosaurus rex* cambia y se vuelve un animal más activo y ágil. Robert Bakker, entre otros, influyó mucho en la concepción actual que tenemos sobre estos animales, al cambiar la su visión académica aportando teorías nuevas, como la de que eran animales de sangre caliente.

Uno de los artistas más representativos de este movimiento es Greg Paul. Sus ilustraciones representan unos animales dinámicos y activos. También fue uno de los primeros en incluir plumas en los dinosaurios más pequeños. Paul rehace sus ilustraciones constantemente para adecuarlas a los últimos descubrimientos. Uno de sus libros de ilustraciones más famosos es el “*Predatory Dinosaurs of the World*” (1988), que ya se ha convertido en referente del paleoarte. Y no solo esto sino que el *Tyrannosaurus* de Jurassic Park es un claro descendiente de la reconstrucción del mismo realizada por Paul, pasando así a crear un icono popular.

Raúl Martín es uno de los paleoartistas que se inspiró en Greg Paul para desarrollar su trabajo (White, 2012). Sus ilustraciones son representaciones hiperrealistas de dinosaurios: sus *Tyrannosaurus* son animales de gestos y conducta naturales y relajados, con el cuerpo en posición horizontal y la cola levantada. Algunas de estas ilustraciones se encuentran expuestas en el American Museum of Natural History.

Con el descubrimiento en China de *Dilong paradoxus* (Xu *et al.*, 2004) se tuvo la evidencia de que este tipo de dinosaurios presentaban unos filamentos parecidos a plumas o proto plumas.

Todos estos cambios en la imagen del animal y en la transmisión de información al público marcan una estética que comunica el pensamiento contemporáneo de la época (Ansón *et al.*, 2015).

Julius Csotonyi es otro de los grandes paleoartistas actuales. Al igual que Greg Paul y Raúl Martín, sus dibujos son muy rigurosos y, a través de ilustraciones hiperrealistas y dinámicas, representa muy fielmente a estos grandes predadores. En sus obras ya aparecen ejemplares con plumas en la cabeza, el lomo, las patas delanteras y la cola. Sus ilustraciones están muy demandadas por revistas especializadas y museos, como el Royal Tyrrell Museum of Palaeontology.

#### 4. Conclusiones

A lo largo de la historia, la imagen del *Tyrannosaurus rex* ha ido evolucionando hasta convertirse en un icono popular. Como se ha podido ver, su imagen es un motivo cambiante que se va adaptando a los nuevos descubrimientos científicos y que lucha por derrocar la impronta histórica de representaciones pasadas. En la actualidad, los últimos hallazgos paleontológicos provistos de plumas, están siendo costosos de aceptar por artistas y público en general.

#### Referencias:

Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2015. Paleoart: term and conditions (a survey among paleontologists). In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 28-34.

Bakker, R. T. 1975. Dinosaur renaissance. *Scientific American*, 232, 4, 58-78.

Debus, A. A. & Debus, D.E. 2002. *Paleoimaginery: The Evolution of Dinosaurs in Art*. Mc Farland & Company, Inc., Publishers, Jefferson, North Carolina, 285 pp.

Osborn, H.F. 1905. *Tyrannosaurus* and other Cretaceous carnivorous dinosaurs. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 2, 259–265.

Paul, G.S. 1988. *Predatory Dinosaurs of the World*, Simon and Schuster, New York, 464 pp.

White. S. (ed.) 2012. *Dinosaur Art*. Titan Books, London, 188 pp.

Xu, X., Norell, M. A., Kuang, X., Wang X., Zhao, Q. & Jia C.. 2004. Basal tyrannosauroids from China and evidence for protofeathers in tyrannosauroids. *Nature*, 431, 680–684.

## **El mamut lanudo: la evolución de su representación artística**

### **Woolly mammoth: the evolution of its artistical representation**

María Pérez Pacheco\*

Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, c/Greco 2, Madrid  
28040

mariap.pacheco@yahoo.es

**Palabras clave:** paleoarte, paleontología, mamut lanudo, *Mammuthus primigenius*

**Keywords:** paleoart, paleontology woolly mammoth, *Mammuthus primigenius*

#### **Resumen**

El mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*) es uno de los mamíferos prehistóricos más arraigados dentro de la cultura popular debido a su frecuente aparición en el arte y el cine.

En concordancia con esta idea se presenta una revisión de la evolución histórica de su representación en el arte, comenzando por el arte rupestre y llegando hasta las manifestaciones actuales.

A través del análisis de las representaciones iconográficas más relevantes de cada época y haciendo énfasis en la obra de ciertos autores, se observa el progreso estético de la imagen del mamut lanudo; un progreso marcado por la adquisición de un mayor conocimiento científico acerca de dicho animal y por los avances de las generaciones de artistas, quienes han aprendido a descifrar su anatomía y apariencia.

Aun siendo un animal del que se dispone ya de mucha información, su imagen en el arte continúa evolucionando de manera constante.

#### **Abstract**

The woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) is one of the most known prehistorical mammals inside popular culture due to its recurrent appearance in art and filmography.

Therefore a review of the evolution of its artistical representation through history is presented, starting from cave paintings to contemporary imaginery.

Through the analysis of different iconographyc representations according to their importance and by making an emphasys on certain authors' ouvre, we can observe the aesthetical progress of woolly's mammoth image; a progress which has been marked by

the adquisition of a greater scientific knowledge as well as the advance made by multiple generations of artists who have suuceed on figuring out its anatomy and appearance.

Despite having a great quantity of information about said animal its image nowadays still continues to develop.

## 1. Introducción

El mamut lanudo (*Mammuthus primigenius*) (150.000 (Pleistoceno) – 3.700 A.P. (Holoceno) ) ocupa una posición privilegiada dentro del estudio científico de los mamíferos prehistóricos debido a su impacto mediático y su presencia en la cultura general; películas como *10.000 a.C* (Roland Emmerich) o la famosa saga de animación *Ice Age* han contribuido a hacernos este animal tan familiar.

Es además uno de los mamíferos prehistóricos mejor conocidos por el hombre, tanto por diferentes especies de homínidos que compartieron cronología con esta especie como por los científicos actuales; de hecho, en 2015 se consiguió secuenciar su genoma completo (Palkopoulou, *et al.*, 2015)

La finalidad de este trabajo es hacer una revisión de la evolución histórica de la representación de este animal en el Arte (empezando por las pinturas rupestres y terminando con sus representaciones más modernas) y de las fuentes de las que se obtiene dicha información.

*1.1. El mamut en la Mitología:* El mamut ha jugado un papel muy activo en la Mitología a lo largo de la historia: debido a la similitud que se encontraba entre la forma de los dientes de este animal y la de los humanos, se pensó durante largo tiempo que éstos pertenecieron a gigantes o a semidioses, dando lugar a una tradición literaria conocida como “*Gigantología*” (Figuier, 1863). Asimismo, al encontrar especímenes congelados en el *permafrost*, se creó la leyenda de que los mamuts eran topos gigantes que vivían bajo tierra y que morían a causa de la exposición a la luz solar (Newcomb, 1888)

*1.2. El mamut lanudo en el arte prehistórico:* Nos remontamos a la segunda mitad del siglo XIX, concretamente a 1863, fecha en la que se iniciaron las excavaciones del abrigo de la Madeleine en la Dordoña francesa –yacimiento epónimo de la última etapa del Paleolítico Superior-, lideradas por Édouard Lartet y Henry Christy, en la cual encontraron numerosas piezas de arte mueble del Paleolítico Superior (40-30.000 – 12-

10.000 A.P.). Entre ellas estaba la primera representación de un mamut lanudo descubierta hasta entonces: un fragmento de defensa de marfil en el que se había grabado la figura de dicho animal. Este hecho fue destacado por confirmar por primera vez que homínidos y mamuts lanudos habían coexistido (Braun & Palombo, 2012), en una época en la que dominaban el escepticismo y las teorías creacionistas. Además, el descubrimiento de las pinturas rupestres, entre las que podemos destacar las encontradas en la cueva de Rouffignac (Dordoña, Francia), influyó notablemente en las reconstrucciones del mamut lanudo, al aportar nueva información acerca de su aspecto.

## 2. Resultados y discusión

Para analizar cómo ha evolucionado la manera en que el mamut lanudo es representado hemos establecido cuatro divisiones orientativas que nos permitan comprender la concepción que se tenía del animal en cada época.

*2.1. Primera representación:* La primera representación de un mamut lanudo (Fig. 1.a) realizada en periodo histórico (en contraposición con el arte parietal) corresponde al llamado *Mamut de Adams*, descubierto en Yakutsk (Siberia) en 1799, y que toma el nombre del botánico Michael Friedrich Adams, quien llevó a cabo su excavación en 1806 (Adams, 1808). Esta ilustración, realizada por el marchante ruso Roman Boltunov, destaca por presentar un mamut que carece de trompa, así como un cuerpo achatado sin abombamiento en la cabeza ni presencia de joroba, asemejándose en cierto modo a un jabalí gigante. Asimismo el pelaje es escaso y ha sido representado con líneas de color rojizo sobre el lomo, el abdomen y la cabeza, lo que sugiere que su estado de conservación no era el más apropiado. Adams envió copias de esta obra, realizadas en el mismo momento, al naturalista francés Georges Cuvier y al alemán Johann Friederich Blumenbach, si bien no se conserva la que se quedó Adams. En su copia, Blumenbach identifica al espécimen como *Elephas primigenius* y añade: “(...) toscamente dibujado tal y como fue encontrado, mutilado y sucio” (Reich, *t al.* 2008). No sería hasta 1828, que Joshua Brookes lo identificase como *Mammuthus primegenius*. Debemos tener en cuenta que Boltunov era un comerciante de marfil, por lo tanto no estaría familiarizado ni con el dibujo, lo que implica que éste no fuese especialmente fiel, ni con la Ciencia, ignorando que el espécimen encontrado carecía de trompa.



2.2. *Etapas pre-Charles Knight*: Posteriormente a la representación de Boltunov se realizan nuevos trabajos por Benjamin Waterhouse Hawkins y Ernst Griset:

B. Waterhouse Hawkins (1807-1894), conocido por las esculturas de dinosaurios a tamaño real que hizo para el *Crystal Palace* de Londres; realizó una ilustración de un mamut lanudo (1859) en la que éste es representado con una apariencia similar a la de un elefante africano –cuya anatomía era más conocida que la de otros proboscídeos–, con orejas grandes y peludas; un pelaje abundante a modo de melena; una pequeña cola con pelo al final imitando de forma sucinta a la morfología de los leones; una fina trompa y unos colmillos que se curvan hacia arriba interiormente (Fig. 1.b)

Los dibujos de Ernst Griset (1844-1907) son muy parecidos a los de Waterhouse Hawkins en cuanto a la complexión del mamut, el tamaño de sus miembros anatómicos, la disposición de los colmillos y su pelaje (1870); no obstante, Griset representa al mamut lanudo en ambientes fríos, por lo que muestra un pelaje más abundante. Así, varía también el pelo de su cola, que se asemeja más, ahora, a la de un caballo.

### 2.3. *Etapas Charles Knight / Zdenek Burian*:

Charles R. Knight (1874-1953) marcó una nueva dirección en la representación no sólo de mamuts sino de todos los animales prehistóricos (Antón, 2007) Realizó importantes murales para museos y zoos –entre los que destaca el *American Museum of Natural History*–, así como ilustraciones de libros y prestigiosas revistas, tales como la *National Geographic* (Knight, 2005).

Puede decirse que Charles Knight marcó de manera decisiva el modo de representar el mamut lanudo hoy en día. Fijándose en las pinturas paleolíticas (Milner, 2012), más que en los esqueletos de mamuts, representó el abombamiento que estos animales tenían en la cabeza y el lomo, además de disminuir el tamaño de sus orejas.

Si bien se ha dicho que el trabajo de Knight tiene un mayor valor artístico que científico no puede negarse que causó un gran impacto en el público, que, por primera vez, se interesó de una manera generalizada por los animales del Pleistoceno Superior.

Zdenek Burian (1905-1981), pintor e ilustrador checo, conocido por sus trabajos de reconstrucción gráfica paleontológica. Sus representaciones del mamut lanudo siguen la línea que Knight había establecido (Augusta & Burian, 1962), aunque aumenta la cantidad de pelo en el cráneo, rasgo que se ha colado en el imaginario popular gracias a películas como la conocida saga de animación *Ice Age*.

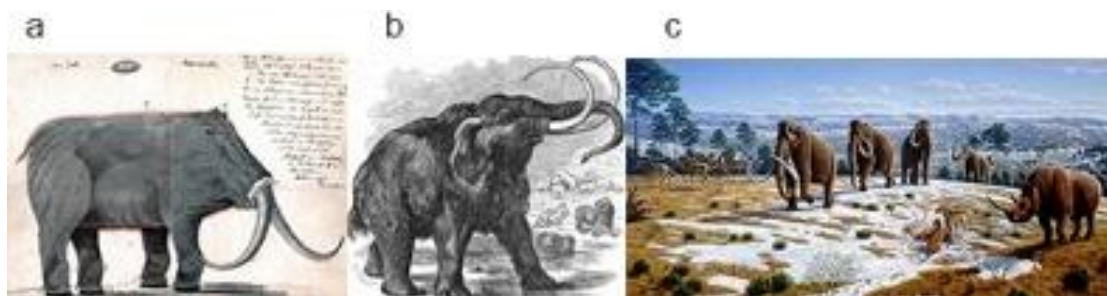
*2.4. Etapa actual:*Tras la obra de Charles Knight y Burian las representaciones del mamut se vuelven más estandarizadas; mientras que se mantiene la misma concepción, se observa un aumento en el nivel de realismo y rigor científico.

Los hermanos Adrie y Alfons Kennis, quienes han trabajado para el equipo de Atapuerca, son dos artistas holandeses especializados en Paleontología e Historia Natural. Sus ilustraciones destacan por mostrar a los mamuts con un pelaje similar al que poseen los bueyes almizcleros en invierno, al ser animales propios de estepa y zonas de tundra.

Ramón López, biólogo y escultor, elabora reproducciones de mamuts a tamaño real, con un nivel de naturalismo abrumador, llegando a emplear en ellas pelo natural (de bueyes almizcleros, ciervos y caballos). En el *Staatliches Museum für Naturkunde* de Stuttgart (Alemania) se encuentra una impresionante reconstrucción de un mamut hembra de 3 metros de altura.

Por último debemos citar a Mauricio Antón, el paleoartista español más importante, cuyas representaciones gráficas de mamuts siguen la misma línea que los artistas anteriores, siendo muy similares a las de Burian pero con un estilo propio y muy cuidado (Fig. 1.c)

Es interesante observar que estos artistas contemporáneos realizan unas representaciones de mamuts más naturales, basadas en cuestiones ecológicas de animales actuales en ambientes fríos.



**Figura 1.**a) Mamut de Adams, Roman Boltunov (1806) b) B. Waterhouse Hawkins (1905) c) Mauricio Antón (2008)

#### 4. Conclusión

Tras esta revisión podemos afirmar que ha existido una evolución estética en la representación de este icónico animal de la fauna prehistórica. Dicha evolución se ha visto marcada tanto por el conocimiento científico adquirido sobre dicho animal como por los avances de las distintas generaciones de artistas que han aprendido a descifrar su anatomía y apariencia. Aun siendo un animal del que se dispone ya de mucha información, su imagen en el arte continúa evolucionando de manera constante.

#### 4. Referencias:

Antón, M. 2007. *El secreto de los fósiles*. Editorial Aguilar, 360 pp

Adams, M. F. 1808. Some Account of a Journey to the Frozen-Sea, and of the Discovery of the Remains of a Mammoth. *The Philadelphia Medical and Physical Journal*, 1, 3

Augusta, A. & Burian. Z. 1962. *A Book of Mammoths*. London: Hamlyn. 50 pp

Braun, I. M., & Palombo, M. R. 2012. Mammuthus primigenius in the cave and portable art: an overview with a short account on the elephant fossil record in Southern Europe during the last glacial. *Quaternary International*, 276, 61-76.

Figuier, L. 1863. *La Terre avant le Déluge*, 2e Éd. Paris, Hachette, XVI—432 pp.

Knight, C. R. 2005. *Charles R. Knight: Autobiography of an Artist*. Gt Labs. 114pp  
Newcomb, R. L. 1888. *Our lost explorers : the narrative of the Jeannette Arctic Expedition as related by the survivors, and in the records and last journals of Lieutenant De Long*. 479pp

Milner, R. 2012. Lust for life. *Natural history*, 120(3), 28-37.

Palkopoulou, E. *et al.*, 2015. Complete Genomes Reveal Signatures of Demographic and Genetic Declines in the Woolly Mammoth. *Current Biology*, 25, 10, 1395–1400

Reich, M.& Gehler, A. 2008. Giants' bones and unicorn horns: ice age elephants offer 21st century insights. *Collections - Wisdom, Insight, Innovation* 8: 44-50

**Paleoarte en el MAN: El apoyo visual en las exposiciones museísticas**

**Paleoart in MAN: Visual support in exhibitions**

Ángela Benítez Setién, Facultad de Bellas Artes, Universidad Complutense de Madrid, Greco 2, Madrid 28040. \* angela.benitez0096@gmail.com

**Palabras clave:** museo, exposición, imagen, paleoarte, aprendizaje

**Key words:** museum, exhibition, image, paleoart, learning

**Resumen**

El planteamiento de este trabajo es buscar el sentido a por qué es necesario acompañar de imágenes las colecciones museográficas, especialmente aquellas de temática prehistórica o paleontológica, usando un ejemplo concreto: las exposiciones de la planta de Prehistoria del Museo Arqueológico Nacional. En la cual pueden verse restos óseos de diversos homínidos, como *Homo neanderthalensis*; así como de algunos animales contemporáneos a los humanos prehistóricos, como el mamut o el oso cavernario y pequeños mamíferos, especialmente roedores. El tema a tratar es la relevancia del material que acompaña a estos hallazgos (material audiovisual, imágenes, murales, reconstrucciones, etc.) para que el espectador entienda completamente el contexto de los objetos expuestos.

**Abstract**

The approach of this text is to find out why is it necessary to complement the museum exhibitions specially paleontological and prehistoric exhibitions with visual content, so the viewer can understand them completely. For this purpose, I would like to use an example of an actual exhibition of Prehistory located in Museo Arqueológico Nacional where we can see some osseous rests of some hominids in the Iberian Peninsula of different ages, as *Homo neanderthalensis*, and coetaneous animals like mammoth, cave bear and rodents. The topic here is the importance of the supporting material like paintings, graphics, videos, etc. the fossil findings and help for a better understanding of the concepts of the exhibition.

## 1. Introducción

No es fácil determinar hasta qué punto es necesario el apoyo audiovisual en los contenidos museográficos, puesto que existe la tendencia a priorizar la estética o el entretenimiento sobre el aprendizaje, es decir, se corre el peligro de buscar consumidores antes que espectadores que quieren aprender. Pero también es cierto que el arte de apoyo crea una transmisión comunicativa para comprender un concepto, puesto que acompañar los fósiles con un cartel explicativo que indica lo que es y dónde se ha encontrado puede no ser suficiente para un visitante que acude allí por primera vez. Esto podría hacer que surja la discusión sobre dónde está el límite para atraer al mayor número de personas posible y desencadenar en que el arte resulta bastante útil y se aplica en muchos museos, en exposiciones de temática variada, entre ellas, paleontológica, así como en libros y revistas de historia. En este texto se intentará justificar por qué es necesario el apoyo artístico-visual riguroso para estas exposiciones analizando el Museo Arqueológico Nacional como ejemplo concreto.

Fundado en 1897, con el propósito de conocer la historia del país a corto y largo plazo, la procedencia de sus colecciones ha ido variando y esto ha permitido que evolucione la finalidad del propio museo. (En principio se le asignaron artículos de la Biblioteca Nacional, el Museo de Medallas, el de Ciencias Naturales, de la Escuela superior de Diplomática y de colecciones privadas; no obstante, en gran parte lo que le ayudará a formar su identidad, (que se irá reafirmando a lo largo del siglo XX), serán los hallazgos arqueológicos obtenidos en los viajes de las Comisiones Científicas (formadas por personal del propio museo). También ayudarán las 2 remodelaciones que sufre el edificio que además de producirse para mejorar aspectos técnicos (iluminación, disposición, seguridad, etc.), la última (2008-2013) le dio a las exposiciones su disposición actual. La nueva organización hace que la exposición esté distribuida en 40 salas, a su vez repartidas en la planta baja, primera planta, entreplanta, y segunda planta, distribuidas en 3 áreas temáticas: *Arqueología y Patrimonio* (como presentación), *España, lugar de encuentros*, que abarca distintos hallazgos, (mayormente de la Península Ibérica) desde la Prehistoria hasta la Edad Moderna y la tercera, de temática más variada. (Webs 1 y 2)

Este trabajo se centra en la primera planta, en la que se encuentra la exposición de Prehistoria.

Pese a la gran distancia temporal que nos separa de la Prehistoria, ésta ocupa la mayor parte de nuestro pasado y nos ha dejado un registro arqueológico y paleontológico muy

abundante que aún hoy sigue produciendo nuevos hallazgos. Ésta es la idea con la que empieza la sala de Prehistoria, que comienza con un vídeo explicativo que sitúa el contexto y contenido de la colección en el espacio y el tiempo. Se trata de 602 hallazgos en distintos puntos geográficos, entre los que se cuentan lascas y piedras talladas, así como restos de dentaduras de homínidos y otros animales; entre ellos pequeños roedores y también grandes mamíferos, como mamuts o el oso cavernario, y en mucha menor medida, aves acuáticas. Se incluyen también algunas réplicas, tales como la recreación del esqueleto de un *Australopithecus afarensis*. (Fig. 1.a.) En cuanto a cultura material, también se exhiben algunos recipientes (vasijas de barro, cuencos, algunos con decoraciones simples) y armas y herramientas primitivas, pequeños ídolos y animales esculpidos en piedra, entre otros. En el material explicativo de la exposición, se hace hincapié en los yacimientos más importantes de la Península Ibérica y parte de Francia. Cabe destacar la importancia que los sistemas montañosos durante el Neolítico Peninsular en el Norte, en Pirineos y Cordillera Cantábrica, en el Sur en el Sistema Bético y en la costa valenciana, y en última instancia el centro de la Península, el Sistema Central.

La exposición dedica un espacio a las cuevas de Altamira, de la cual se hizo una reproducción en el propio museo; la cueva de Morín, la cueva del Castillo; la Cueva del Valle; la Cueva de los Murciélagos y La Chapelle-aux-Saints. También se encuentra referencia expositiva a Atapuerca el yacimiento de la Cueva de Parpalló, Orce, la cueva de la Carrihuela; y la Cueva de Ambrosio.

El contenido se distribuye en paneles, separando en la mayoría de ocasiones los objetos materiales de los restos óseos, que en algunos casos son pequeñas piezas difíciles de identificar a priori (ya que en muchos casos se trata de pequeños fragmentos). Todo este material fósil y arqueológico y los textos que lo acompañan se ven rodeado de producción artística acorde a la temática de la sala. Los murales (fig. 1.b y 1.d), juegan un papel importante en el diálogo entre el espectador y los elementos de la exposición que resultan especialmente reseñables en los que se refieren a modos de vida, por ejemplo el mural que explica cómo afilaban las piedras intentando lograr varias hojas y cómo se apoyaban en cuero durante el proceso, el mural que refleja más o menos el día a día de un clan de humanos prehistóricos.

Las proyecciones visuales colaboran en amenizar la atención del visitante aportando conocimiento extra a lo exhibido. Como apoyo visual para la comprensión del espectador se exhiben varias obras en las que representan la vida y ambiente de los

humanos prehistóricos y de otros animales. La sala cuenta con murales de gran tamaño reflejando los ecosistemas de nuestros ancestros en África y los de los primeros humanos en la Península. La ilustración de Arturo Asensio (ilustrador que se encargó de gran cantidad de reconstrucciones del museo), ayuda a recrear y comprender el contexto paleoambiental en el que crecieron los humanos de la península reflejando la fauna que los acompañaba, en el mural: caballos y aves acuáticas (Fig. 1-d). Otros importantes elementos de arte en la exposición son las reconstrucciones de homínidos de Mauricio Antón, paleoartista especializado en recreaciones visuales de animales prehistóricos, aunque su obra también abarca fauna actual al ser un renombrado naturalista (Antón 2007, Turner & Antón 2004), que aportan con la mayor rigurosidad un referente para crear una imagen mental de esos ancestros con nombres extraños para el público. Como pieza de arte tridimensional importante en la exposición, tras el esqueleto de *Australopithecus afarensis* se halla una paleoescultura a tamaño real de una mujer *Homo neanderthalensis* (Fig. 1-c), lo que ayuda al espectador a compararse con sus parientes lejanos y tener una concepción más aproximada de ellos y su relación con los mismos. Estas obras de paleoarte y reconstrucción arqueológica colaboran en crear un diálogo entre espectador y pasado, en el cual el visitante encuentra reflejada la respuesta a sus preguntas sobre el pasado.

Podría debatirse la cuestión de hasta qué punto está bien enseñar mediante imágenes, ya sea por su efectividad, su utilidad o el peligro de falta de realismo para hacer más atractivo el contenido del tema a exponer (como mejorar la estética en documentales y películas históricas, anacronismos, etc.) Pero en la práctica, las imágenes pueden resultar muy útiles para el aprendizaje, y en muchos casos, necesarias (Ansón *et al.*, 2015). También resulta más fácil de recordar un concepto mediante la ayuda supletoria de un imagen que memorizando nombres y fechas, que pueden aprenderse mucho mejor con el material complementario adecuado. En este caso son las obras de arte relacionadas las que generan iconos cuando un concepto paleontológico o arqueológico se viene a la cabeza (Ansón *et al.*, 2015). Esto se debe a que somos una especie orientada visualmente (Elgin, 2003) y nos encontramos ante la facilidad de retención de conceptos mediante el apoyo visual. M. Huguet (2002) sostiene en su texto que, en la historia, para conservar la memoria común hay que echar un vistazo a las miradas pasadas, y las miradas al presente forjan los mitos del mañana y nuestro pasado no podría entenderse íntegramente sin imágenes, ficción, fábulas o mitos, que “La

contemporaneidad está cargada de fábulas insertas en las memorias colectivas, y la historia mundial más reciente no es ajena a los mitos comunes” (Huguet, 2002)

Como conclusión, en este museo tomado como elemento de estudio para comprobar la importancia del paleoarte a nivel expositivo, podemos ver que la parte de Prehistoria tiene un apoyo ilustrativo y artístico en mayor cantidad que las otras salas en las que los objetos exhibidos ocupan la mayoría del espacio.

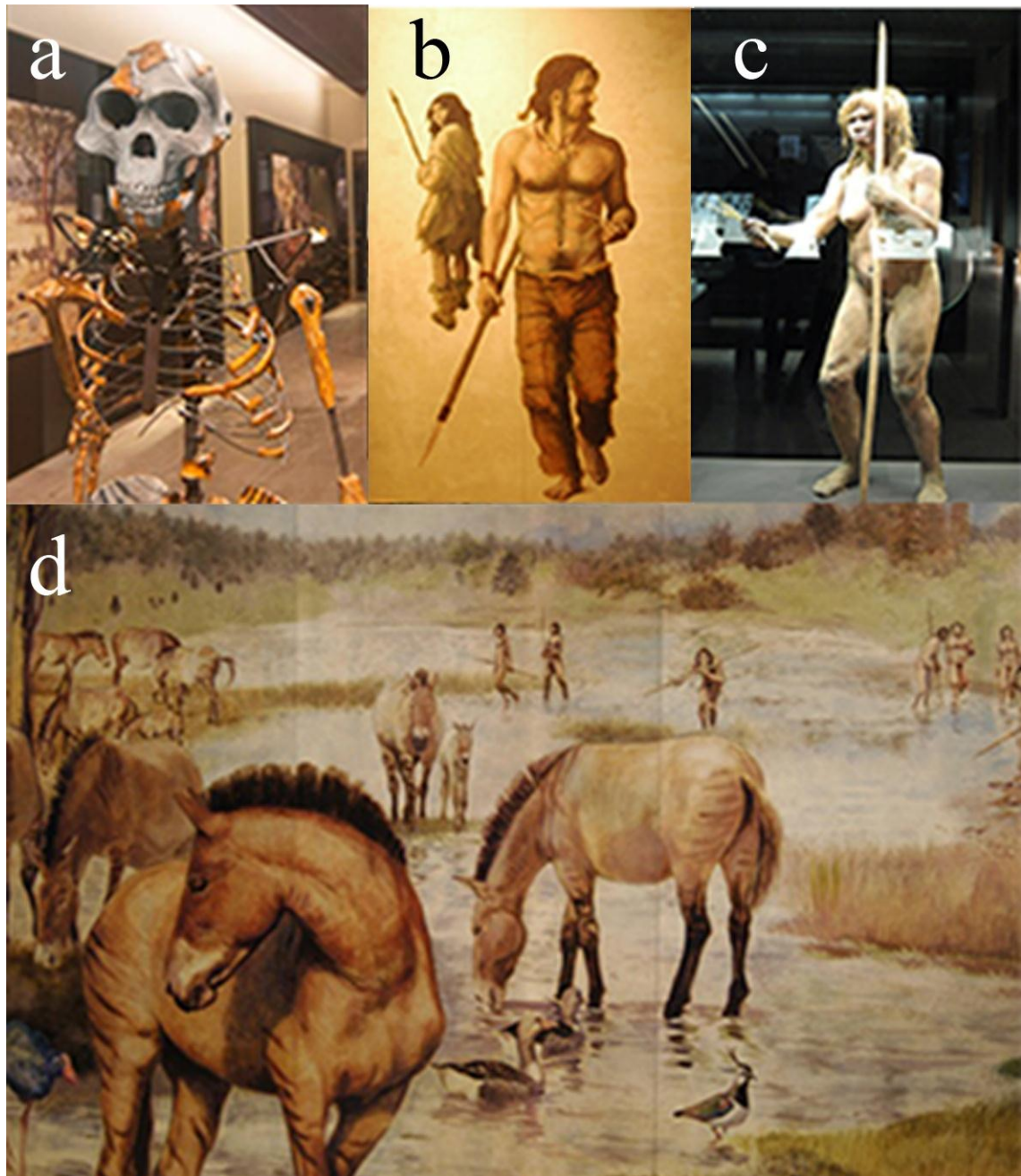


Figura 1, arriba, de izquierda a derecha: a) Representación de *Australopithecus afarensis*, b) Mural realizado por Arturo Asensio, y c) Escultura a escala natural de una mujer *Homo neanderthalensis*, según las últimas investigaciones aportadas por el yacimiento de El Sidrón (Cantabria).; figura inferior: d) Reconstrucción paleoambiental del Paleolítico (Arturo Asensio)



Esto podría deberse a la necesidad que tenemos de crear imágenes que nos aproximen a ese mundo tan lejano como es la Prehistoria, el cual nos resulta más desconocido que los tiempos históricos y que hace que el apoyo visual de obras de paleoarte sea necesario en las exposiciones.

## Referencias

Ansón, M., Hernández Fernández, M. & Saura Ramos, P.A. 2015. Paleoart: term and conditions (a survey among paleontologists). In: *Current Trends in Paleontology and Evolution* (eds.: Domingo, L., Domingo, M.S., Fesharaki, O., García Yelo, B.A., Gómez Cano, A.R., Hernández-Ballarín, V., Hontecillas, D., Cantalapiedra, J.L., López Guerrero, P., Oliver, A., Pelegrín, J.S., Pérez de los Ríos, M., Ríos, M., Sanisidro, O. & Valenciano, A.), XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología, 28-34.

Antón, M. 2007. *El secreto de los fósiles*. Madrid: Aguilar, 357pp.

Elgin, D. 2003. The Self-Guiding Evolution of Civilizations. *Systems Research and Behavioral Science Journal*, 20, 323-337.

Gombrich, E.H. 1950. *La Historia del Arte*. Phaidon, Nueva York, 688pp

Huguet, M. 2002. La memoria visual de la historia reciente. *La mirada que habla (cine e ideologías)*. Madrid, Akal, 8-22.

Turner, A. & Antón, M. 2004. *Evolving Eden: an Illustrated Guide to the Evolution of the African Large Mammals Fauna*. Columbia University Press, New York. 304 pp.

Web1.<http://www.man.es/>

Web2.<http://www.mecd.gob.es/>



colaboran:



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE  
MADRID

**bellasartes**

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**AC**

